8

Die

Natur und der Nährwerth

des

Peptons.

Eine

experimentelle Untersuchung zur Physiologie

des

Albumins

von

Dr. Albert Adamkiewicz,

Privatdocent an der Universität und Assistenz-Arzt am Charité-Krankenhause zu Berlin.

Berlin 1877.

Verlag von August Hirschwald.

N.W 68. Unter den Linden.

Alle Rechte vorbehalten.

Herrn

Dr. von WITTICH,

Professor der Physiologie an der Universität Königsberg,

hochachtungsvoll

gewidmet.

INHALT.

		Seite
	Vorwort	VII
I.	Die lebende Materie, ihre Deseendenz und Metamorphose im Thierkörper	1
II.	Die Rolle des Peptons im Kreislauf des Stickstoffs	22
	Die Lehre vom Pepton	22
	1) Die Natur des Peptons	30
	A. Die bisher geltende Auffassung von dem Wesen des Peptons	30
	B. Darstellung des Peptons	33
	C. Der Begriff des Peptons	37
	D. Beziehungen des Peptons zum unveränderten Eiweiss	41
	E. Die Fällbarkeit des Peptons	45
	F. Eine aus der Natur des Peptons entwiekelte Theorie der Verdauung	57
	2) Der Nährwerth des Peptons	61
	A. Die Zersetzliehkeit des Peptons	61
	B. Der Eiweissumsatz	68
	C. Der Werth des Peptons im Stoffwechsel	72
	Bedingungen, Anordnung und Aufgaben des Versuches	78
	a) Pepton als eireulirendes Eiweiss	84
	b) Pepton als Baumaterial der Gewebe	98
	e) Pepton als Leim	115
	D. Sehluss	127

VORWORT.

Es sind jetzt drei Jahre her, dass ich im Eiweiss eine Quelle reicher Farbengenese erkannte. — Als ich festgestellt hatte, dass die Farbeneigenschaften in einer bestimmten Reaction dem Eiweiss eigenthümlich und charakteristisch sind, da hoffte ich, ein Mittel gefunden zu haben, welches die nächsten Schicksale des Albumins im Körper des Thieres zu verfolgen gestattete. Hier zeigte es sich, dass das Eiweiss die erwähnten Eigenschaften auch unter den Einflüssen beibehält, welchen es bei der Verdauung unterliegt, und dass das Pepton dasjenige Stadium seiner physiologischen Veränderungen darstellt, nach welchem sich seine Farbennatur von ihm wieder trennt.

So war eine Beziehung festgestellt, welche das Pepton noch innig an seine Muttersubstanz knüpfte. Und es war ein Merkmal gegeben, welches dieses räthselhafte Produkt thierischer Funktion seinem Schicksal, im Unbestimmten und Haltlosen aufzugehen, entriss. Die Unkenntniss seines inneren Wesens hatte dieses Schicksal nothwendig verschuldet.

Die Farbengemeinschaft zwischen Eiweiss und Pepton konnte indessen noch kein Kriterium für die Art ihres inneren Zusammenhanges geben. Sie stellte der Forschung vielmehr erst die Aufgabe, diesen Zusammenhang erschöpfend klar zu legen, so, wie es die Principien der Wissenschaft fordern.

Vorliegende Arbeit ist dieser Aufgabe gewidmet. Wenn von ihrem Beginn bis zu dem heutigen Tage ein so langer Zeitraum verstrichen ist, so liegt das nicht nur daran, dass die Darstellung des für die Untersuchung nothwendigen Peptonmaterials äusserst mühsam und zeitraubend war, sondern nicht weniger auch daran, dass die Bedingungen eines fehlerfreien Experimentirens häufig erst auf Kosten langer Versuche kennen gelernt werden mussten.

Es konnte nicht ausbleiben, dass während der langen Dauer dieser Untersuchungen auch von anderer Seite das hier behandelte Gebiet in Angriff genommen wurde. Dadurch musste selbstverständlich die Erkenntniss desselben gefördert werden. Aber der Leser wird bemerken, dass eine scheinbare Uebereinstimmung in den Resultaten tiefe Gegensätze in der Auffassung der Dinge nicht ausschliesst.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit haben das Schicksal sich im Gegensatz zu vielen Anschauungen zu befinden, welche über den hier behandelten Gegenstand allgemein verbreitet sind. Sollte eine objective Kritik in Folgendem Material finden, jene Gegensätze zu klären, dann würde die Aufgabe dieser Blätter erfüllt sein.

Bei dieser Gelegenheit freue ich mich, den Herren Professoren v. Wittich und Naunyn in Königsberg meinen besten Dank für das Wohlwollen aussprechen zu dürfen, mit welchem sie mir ihre Laboratorien für meine Arbeiten zur Verfügung gestellt haben.

Berlin, im März 1877.

Albert Adamkiewicz.

I. Die lebende Materie, ihre Descendenz und Metamorphose im Thierkörper.

1. Die Entdeckung der Moneren durch Haeckel im Jahre 1864 hat dargethan, dass ein form- und „structurloses“ [1]) Stück protoplasmischer Substanz den Bedingungen des Lebensprocesses genügt. Man könnte in Folge dessen der Zelle mit allen ihren Attributen und differenten Formtheilen den Rang eines einfachsten Elementarorganismus absprechen und ihn der einfachen, formlosen, undifferenzirten Protoplasmamaterie übertragen.

Auch in der entwickelten Zelle ist das Protoplasma der integrirende, lebende Theil derselben. Im Protoplasma ist, so verschiedenartig auch seine Bestandtheile sein mögen, ebenso wie im Zellkern, wiederum das Eiweiss der eigentliche Sitz der Zellfunctionen. Wir können daraus schliessen, dass die volle Erkenntniss des Albumins der Wissenschaft dereinst den ersten Einblick in die Mysterien des Lebens gewähren werde. Wissen wir doch, dass auch das Leben, wie jede Kraftäusserung, nur ein Produkt stofflicher Combinationen ist, und dass es als

[1]) Haeckel, Die Perigenesis der Plastidule. Berlin 1876.

S. 25. „Der ‚Protogenes primordialis‘ führte zum ersten Mal den Beweis, dass es noch einfachere Organismen als die einzelligen gibt; Lebewesen, deren Körper noch nicht einmal den Formwerth einer einfachsten Zelle erreicht, sondern in sich so gleichartig und homogen erscheint, wie ein Krystall.“

solches durch nichts sich besser charakterisirt, als durch die materielle Quelle, aus der es hervorgeht.

Aber was in der Erkenntniss des Albumins bis jetzt errungen worden ist, das stützt die Hoffnung, jenen Einblick zu thun, nur wenig.

Denn die Untersuchungen und Studien an der todten Substanz, an der sich seit den Zeiten Mulder's und Liebig's Chemiker wie Physiologen mit gleichem Interesse betheiligt haben, haben nur die Beziehungen klar zu legen vermocht, in welchen das Eiweiss zur Ernährung und Assimilation in den Organismen steht. Sie haben den Antheil festgestellt, welchen das Eiweiss an der Kraftentwickelung der lebenden Wesen nimmt, aber nicht den Anfang eines Aufschlusses über die Natur jener eigenthümlichen Kräfte gegeben, welche derselbe Stoff in Form des lebendigen Protoplasmas entwickelt. Höchstens haben sie in dieser Beziehung die Erkenntniss dadurch gefördert, dass sie constante Produkte künstlicher Eiweisszersetzung und mit diesen das Material kennen gelehrt haben, welches jenem Stoff wahrscheinlich als Substrat einer seiner wichtigsten Lebensfunctionen, seinem Wachsthum, dient; — dessen sich die Zelle vielleicht bei der Synthese ihres eigenen Körpers im Organismus der Pflanzen bedient.

Die Erforschung der Lebensprocesse weist so mit Nothwendigkeit auf die Studien des lebendigen Eiweisses hin. Sie fordert, dass dasselbe entweder auf dem Wege des Werdens im pflanzlichen Organismus verfolgt, oder auf der Bahn derjenigen Metamorphosen begleitet werde, welche es im lebenden Thierkörper durchläuft; hier, von dem Augenblick, da es in ihn eintritt als todtes Eiweiss der Nahrung, bis zu dem Zeitpunkt, wo es in ihm zu lebendigem Protoplasma der Zellen wird. Da aber eine solche Forderung mit der unerfüllbaren Bedingung zusammenfällt, lebendiges Eiweiss darzustellen, oder doch todtes in lebendiges überzuführen; so wäre hier der Forscher offenbar an das Ende seiner Erkenntniss gelangt, verstände er es nicht, die seiner direkten Untersuchung gesetzten Grenzen durch eine Hypothese zu durchbrechen, welche eine geistige Brücke baute bis hin zu den letzten Geheimnissen.

Pflüger [1]) hat neuerdings einen Versuch gemacht, diesen Weg zu betreten und jene natürlich gesetzte Schranke zu durchbrechen.

Es empfiehlt sich für uns, die wir diesen Weg noch einmal in Kürze zurücklegen wollen, von den Zersetzungsprodukten auszugehen, welche Hlasiwetz und Habermann [2]) auf künstliche Weise aus dem todten Eiweiss erhalten haben, und diese Produkte mit den Resultaten des natürlichen Stoffwechsels zu vergleichen, die das Leben aus derselben Materie darstellt.

Der Vergleich lehrt, dass sie beide zwei Reihen von Zersetzungsprodukten liefern, stickstofffreie und stickstoffhaltige. Die stickstofffreien Produkte stimmen in beiden Fällen im Wesentlichen mit einander überein. Das todte Eiweiss gibt vorzugsweise die auch bei dem Zerfall der Kohlenhydrate sich bildenden homologen Säuren der einwerthigen Alkohole, wie Ameisensäure $\overset{H}{COOH}$, Essigsäure $\overset{CH_3}{COOH}$ u.s.w. Und der Thierkörper spaltet nach Pettenkofer und Voit [3]), sobald er sich im Stickstoffgleichgewicht befindet und nicht mehr wächst, von dem gesammten Eiweiss der Nahrung eine stickstofffreie Substanz ab, die er zurückhält und die nichts anderes ist, als Fett, während er den gesammten Stickstoff des genossenen Albumins wieder ausscheidet.

Die stickstoffhaltigen Produkte der künstlichen und der natürlichen Zersetzung haben dagegen nichts mit einander gemein. Bei künstlich zersetztem Eiweiss sind es besonders Aminsäuren, also Säuren, in denen einzelne Wasserstoffatome durch das einwerthige NH_2 vertreten sind, wie Asparaginsäure $C_2H_3(NH_2)\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases}$, Tyrosin $C_6H_4\begin{cases}OH\\C_2H_3(NH_2)COOH\end{cases}$, Leucin $\overset{C_5H_{10}(NH_2)}{COOH}$, dieses unter den Zerfallsprodukten von Eiweiss

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. X. 1875. S. 251.
[2]) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CLIX. 1871. S. 304.
[3]) Ebenda. Bd. LII. II. Supplbd. 1862 u. 1863. S. 52.

so vulgäre Amid der Capronsäure. Das natürlich im Körper zerfallende Eiweiss liefert dagegen Harnsäure und Harnstoff.

Aus diesen Thatsachen leitet Pflüger im Verfolg gewisser Andeutungen, welche bereits Justus v. Liebig[1]) gemacht hat, eine Reihe interessanter Schlüsse ab. Zunächst, dass alles Eiweiss sich aus zwei Radikalen zusammensetze, einem stickstofffreien und einem stickstoffhaltigen. Das stickstofffreie Radikal sei dasselbe sowol in dem Eiweiss, welches ausserhalb des Thierkörpers zerfalle, also todt sei, als in demjenigen Eiweiss, welches im Organismus zu Grunde gehe, also gelebt habe.

Todtes und lebendiges Eiweiss sind daher nach Pflüger in dem Bereich ihrer Kohlenwasserstoff-Radikale einander gleich, während sie sich durch die Art von einander unterscheiden, wie der Stickstoff in ihrem stickstoffhaltigen Radikal gebunden ist. Im todten Eiweiss soll dieser als Ammoniak, NH_3, im lebendigen aber als Cyan, NC, enthalten sein. Denn mehrere stickstoffhaltige Radikale der Harnsäure sind Cyan. Und der Harnstoff, der, obgleich er an sich ein Amid ist, — das Carbamid $CO\begin{cases}NH_2\\NH_2\end{cases}$, — nie bei der künstlichen Zersetzung entsteht, geht leicht durch Spaltung und Metamerie aus Cyanverbindungen hervor, wie es durch seine Entstehung aus Harnsäure, aus Ammoniumcyanat $\begin{matrix}NC\\NH_4\end{matrix}\Big\}O$ u. s. w. bewiesen wird. Auch andere im Körper entstehende Zersetzungsprodukte des Albumins enthalten Cyan, wie Kreatin, Guanin, Xanthin u. s. w.

Wenn also todtes Eiweiss im Organismus sich in lebende Zellsubstanz verwandelt, so dürfte das einen Uebergang von Ammoniak in Cyan im stickstoffhaltigen Molekül bedeuten. Und umgekehrt kann man sich vorstellen, dass das Cyan wieder Ammoniak wird, wenn das lebende Eiweiss stirbt. Dort findet Wasserabgabe, hier Wasseraufnahme statt.

Solche Uebergänge von Cyan in Ammoniak und umgekehrt sind durch Vermittelung sogenannter Nitrile chemisch ver-

---

[1]) S. d. Anmerkg. S. 7.

ständlich. Aus Ammoniak und einer Fettsäure entsteht durch Abspaltung von Wasser eine Cyanverbindung. NH_3 und $\begin{matrix}C_2H_5\\COOH\end{matrix}$ bilden Propionitril $\left(\begin{matrix}C_2H_5\\NC\end{matrix}\right)$ und Wasser ($2H_2O$). Wenn umgekehrt ein Nitril Wasser aufnimmt, dann zerfällt es wieder in Ammoniak und die zugehörige Säure.

Nun erinnert Pflüger daran, dass der Kohlenstoff im Cyan eine höhere Verbrennungswärme als im freien Zustand besitzt, dass das Cyan sich leicht zerlegt und in Verbindung mit Silber in heftiges Glühen geräth, wenn es in Paracyan sich verwandelt[1]).

Daher müsse das Cyan, so folgert er, ein mit grosser Spannkraft ausgerüstetes Radikal sein. Und die Wandlung des todten Materials in lebendige Materie könne sich nur auf Kosten einer bestimmten positiven Arbeitsleistung vollziehen, die der lebende Körper liefere und die der im Cyan enthaltenen Spannung gleich komme. Bei dem entgegengesetzten Process des Absterbens der Materie und des Ueberganges des Cyans in das stabilere Amid werde diese Spannung wieder frei und setze sich in lebendige Kraft um. Das sei wahrscheinlich die gemeine Wärme, die die postmortelle Temperatursteigerung bewirke.

Die innere Spannung des Cyans, meint Pflüger nun weiter, überträgt sich naturgemäss auf das lebende Eiweissmolekül, verleiht ihm eine mächtige Summe intramolekulärer Bewegung und versetzt seine Atome in die heftigsten Oscillationen. Diese Oscillationen sind Wärme und vollführen wie die Wärme im Allgemeinen die Wirkung chemischer Umsetzung. Daher werden die Atome des erschütterten Moleküls in die für den Zerfall desselben nothwendige Lage des Status nascens versetzt.

Von allen Atomen haben die des Kohlenstoffs unter dem Einfluss jener Erschütterungen zunächst zu leiden. Denn der Kohlenstoff ist in den im Eiweiss vorwiegend vorhandenen Radikalen der Fettgruppe nur locker gebunden und verlässt sie leichter, als die im Eiweiss gleichfalls vorhandenen aroma-

[1]) Anmerkg. S. 7.

tischen Radikale. Es löst sich daher in Folge jener Erschütterungen der Kohlenstoff mit seinen einzelnen Affinitäten vom Stickstoff und seinen anderen benachbarten Atomen ab und verlässt das Eiweissmolekül bei genügender Gegenwart von Sauerstoff als Kohlensäure.

Der Sauerstoff wirkt dabei mächtig mit, da er unaufhörlich von der lebenden Materie verbraucht wird. Dieser Umstand beweist nämlich, dass er jede Gelegenheit benutzt, Kohlensäure und Wasser zu bilden und auf diese Weise in der lebenden Substanz zu verschwinden. Durch diese Thätigkeit dissociirt er die lebende Materie in ähnlicher Weise, wie der Stickstoff der Blausäure diese zersetzt, wenn er mit fremden Wasserstoff Ammoniak bildet und so sein eigenes Molekül verlässt.

In dem Augenblick, wo auf die genannte Art Kohlensäure entsteht, wird die dafür nothwendige Spannkraft in Wärme umgesetzt. Dadurch wird das neu entstandene Kohlensäuremolekül in seiner Temperatur plötzlich sehr gewaltig erhöht und in explosionsartige Erschütterungen versetzt. Die Stösse dieser Erschütterungen verstärken die intramolekulären Schwingungen des eben von der neu gebildeten Kohlensäure verlassenen Eiweissmoleküls, dessen Atome sich im Zustande des Status nascens befinden.

So ist eine neue Kraft gegeben, welche das dynamische Gleichgewicht der heftig bewegten und auf dem labilsten Gleichgewicht befindlichen Atome leicht stört. Dann muss das Molekül — gleichsam das System seiner schwingenden Atome — ebenso zersetzt werden, wie das System der Planeten zerfallen würde, wenn ein Impuls sie plötzlich aus ihren regelrechten elliptischen Bahnen in die Bahnen von Hyperbeln oder Parabeln verdrängte.

Die Gesammtheit dieses Geschehens bedeutet den Process des Lebens. Leben ist somit nach Pflüger die durch die intramolekulären Oscillationen der Atome bedingte Zersetzbarkeit der Materie und die durch Dissociation wesentlich unter Bildung von Wasser, Kohlensäure und amidartigen Körpern thatsächlich bewirkte Zersetzung in Zellsubstanz gebildeter Eiweissmoleküle.

Wie sich das Wesen des Lebens durch das Cyan erklären lässt, so wird auch der Ursprung der lebenden Materie aus dem Cyan verständlich. Ammoniak und Kohlensäure sind die Endprodukte ihres Daseins. Ihr Anfang liegt im Cyan und in den Kohlenwasserstoffen.

Sie beide, die sie die lebende Materie zusammensetzen, können einfach unter dem Einfluss der Glühhitze aus ihren Elementen entstehen. Nicht nur das Cyan, das bei seiner Bildung noch der Gegenwart eines Alkalis bedarf, baut sich synthetisch auf, sondern auch die Kohlenwasserstoffe, für deren Darstellung Wöhler's grosse Entdeckung der Synthese des Harnstoffs im Jahre 1828 thatsächlich die Wege geebnet hat. —

Damals als die Erde noch ein feuriger Ball war, war daher nach Pflüger Gelegenheit gegeben für die Entstehung dieser beiden Substrate des Lebensstoffes. — Und später, als im Verlauf unermesslicher Zeiträume sich die Erde abkühlte, konnten dieselben unter Mitwirkung des Sauerstoffs, des Wassers und der Salze sich mit einander vereinigen zu jenem selbstzersetzlichen Eiweiss, dass wahrscheinlich schon im Entstehen lebende Substanz war[1]).

---

[1]) Justus v. Liebig, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1870:

S. 174. „In dem Cyan und Paracyan haben wir zwei Verbindungen des Stickstoffs mit Kohlenstoff von identischer Zusammensetzung und einer ausserordentlichen Verschiedenheit in der Verbrennlichkeit. Das Cyan ist leicht, das Paracyan äusserst schwer verbrennlich."

S. 175. „Die Beobachtung ergibt, dass 1,0 Grm. Kohle im Cyan 43 pCt. mehr Wärme entwickelt, als 1,0 Grm. Kohlenstoff (11260 W. E.). Bei der Bildung von Cyan muss offenbar dieses Mehr von Wärme in die Verbindung übergegangen oder, wie man sagt, absorbirt worden sein; in der That bemerkt man, dass beim Uebergang des Cyansilbers in Paracyan eine so grosse Menge Wärme frei wird, dass die Masse in ein sichtbares Glühen übergeht. . . . ."

S. 176. „Es gibt eine Menge von Fällen, in denen mechanische oder Bewegungseffekte hervorgebracht werden durch eine innere oder Molekularbewegung. Die Grösse der Effekte hängen in diesem Fall von dem jeweiligen Gleichgewicht oder der Spannung ab, in welchem sich diese Theile zu einander befinden. Das Verhalten des Glastropfens gibt ein gutes Beispiel von einer solchen inneren Spannung ab; wenn sie an irgend einem Punkte durch Verletzung der Oberfläche aufgehoben wird, so zerfällt der Glastropfen mit grosser Gewalt in ein feines Glaspulver, in diesem Falle ohne Aenderung der Zusammensetzung des Glases; die Spannung war

Bevor ich die Pflüger'sche Hypothese vom Wesen des Lebens bis zu demjenigen Punkt weiter verfolge, von welchem die vorliegenden Untersuchungen ihren Anfang genommen haben, muss zunächst ein Vergleich der eben entwickelten Resultate mit Thatsachen der Empirie lehren, wie weit sich jene als sichere Grundlagen für weitere Deductionen verwerthen lassen.

Aus der Harnsäure und dem Harnstoff in den Excreten des thierischen Körpers und aus den Beziehungen dieser Zersetzungsprodukte des Albumins zum Cyan schliesst Pflüger

---

zwischen den homogenen Glastheilchen, nicht zwischen den Bestandtheilen derselben; beim Knallsilber und Nitroglycerin und anderen besteht diese Spannung vorzugsweise zwischen den ungleichartigen der Bestandtheile der Substanzen.

Man kann das Nitroglycerin und Knallsilber über 100° ohne Zersetzung erhitzen; das Zerbrechen eines kleinen Krystallflitters Knallsilber mit der Spitze eines Federmessers, ein schwacher Stoss auf das Nitroglycerin bringen hingegen durch den Uebergang der Bestandtheile des Glycerin und Knallsilbers in ein stabiles Gleichgewicht eine furchtbare Explosion hervor. Lässt man auf ein rothglühendes Eisen tropfenweise Nitroglycerin fallen, so verbrennt es vollständig mit einem schwachen Schein ohne alle Explosion. In dem einen Fall wird durch den Stoss eine enorme Triebkraft, im andern durch Verbrennung Wärme hervorgebracht. Die Triebkraft ist die Folge einer inneren oder Molekularbewegung, die Wärme die Folge einer vollständigen Verbrennung der Bestandtheile des Nitroglycerins."

S. 177. „Diese Beispiele sollen einfach darthun, dass durch die Aenderung der inneren Anordnung der Bestandtheile gewisser Verbindungen, ohne alle Mitwirkung von Sauerstoff von aussen, grosse mechanische Effekte hervorgebracht werden können.

Die Albuminate des Pflanzenreichs sind die höchst zusammengesetzten Stickstoffverbindungen, die wir kennen: alle Bestandtheile des Thierkörpers sind aus dem Albumin im Thierkörper entstanden durch eine geänderte innere Anordnung der Theile des Albumins, oder durch Spaltung, an denen der Sauerstoff einen bedingenden Antheil hat, ohne die Ursache desselben zu sein, und man kann annehmen, dass wenn diese Produkte des Albumins Kraftquellen sind, die Bewegung, die sie hervorbringen, nicht auf ihrer Verbrennung und dem Umsatz der Wärme in Bewegung, sondern auf der bei ihrem Zerfall frei werdenden Spannkraft beruht, die in ihnen während ihrer Bildung angehäuft ist.

Alle Bemühungen, Harnstoff aus Albumin durch einen Oxydationsprocess zu erzeugen, sind ebenso vollständig fehlgeschlagen, als die Erzeugung von Alkohol aus Zucker auf chemischem Wege, und es dürfte vielleicht die Ueberführung der Harnsäure in Harnstoff und Kohlensäure ein gutes Beispiel abgeben von den Vorgängen und Veränderungen, welche das Albumin im thierischen Körper erleidet. . . . ."

auf die Gegenwart eines Cyan-Radikals im lebenden Eiweiss. Er setzt also voraus, dass im Körper des Thieres nur lebendiges Eiweiss zerfällt. Denn er würde nicht die gewaltigsten Unterschiede zwischen lebendigem und todtem Eiweiss aus Zersetzungsprodukten herleiten, die beiden Eiweissmodifikationen gemeinschaftlich wären.

Die Annahme, dass der Thierkörper nur lebendiges Eiweiss verbrauche, die Voraussetzung also, auf welcher Pflüger's Hypothese ruht, ist indessen nicht über allen Zweifeln erhaben.

Liebig hat sie zuerst gemacht, da er die Ansicht aussprach, dass alles Eiweiss der Nahrung nur zum Ersatz zerstörter Körpersubstanz diene und daher organisirt gewesen sein müsse, bevor es zerfalle. Allein diese Lehre von Liebig, die später als Theorie von der Luxusconsumption in neuer Form aufgetreten ist, hat in den klassischen Arbeiten Voit's eine Entgegnung gefunden, die ihre Stützen mächtig erschüttert hat[1]).

Wir wollen indessen davon absehen und vorläufig annehmen, dass im Organismus nur lebendiges Eiweiss den Untergang finde. Dann werden wir doch zugeben, dass Harnsäure und Harnstoff jedenfalls todte Produkte der Eiweisszersetzung sind. Zwischen den beiden Grenzen, wo das Eiweiss im Organismus lebt und wo es als Harnsäure und Harnstoff auftritt, muss daher ein Zeitpunkt gegeben sein, wo es stirbt. Dieser Tod geht jedenfalls der Harnsäure- und der Harnstoffbildung voraus. Da er nach Pflüger gleichbedeutend gedacht werden soll mit einer Umwandlung des Cyans in Ammoniak im Eiweissmolekül, so müssen wir, wenn wir an seiner Hypothese festhalten, daraus folgern, dass alles Eiweiss, gleichgiltig ob es seinen Untergang innerhalb oder ausserhalb des Thierkörpers findet, sich als ammoniakhaltiges Eiweiss zersetzt.

Nun werden wir aus der Verschiedenheit der natürlichen und der künstlichen Zersetzungsprodukte des Albumins nicht mehr auf eine innere Verschiedenheit der zerfallenden Materien Schlüsse zu ziehen berechtigt sein. Es ist vielmehr klar,

[1]) Vergl. weiter unten.

dass sie nur auf innerliche Differenzen der zersetzenden Eingriffe hinweisen. Und diese anzuerkennen, wird uns um so leichter fallen, als es viele Erfahrungen gibt, welche beweisen, wie wenig die Hand des Chemikers den Wirkungen des Thierkörpers zu folgen im Stande ist.

Endlich wollen wir uns daran erinnern, dass wirkliche Amide, Leucin[1] $C_5H_{10}\begin{matrix}(NH_2)\\COOH\end{matrix}$, Glycocoll[1] $CH_2\begin{matrix}(NH_2)\\COOH\end{matrix}$, Asparaginsäure[2] $C_2H_3(NH_2)\begin{matrix}COOH\\COOH\end{matrix}$, ja selbst das einfache Ammoniak eines anorganischen Salzes[3] im Organismus des Thieres zu Harnstoff werden. Wenn es demnach feststeht, dass auch der Stickstoff solcher Körper im thierischen Organismus in diejenigen Beziehungen zum Kohlenstoff tritt, welche für den Stickstoff des im Thiere zerfallenden Albumins charakteristisch sein sollen; dann wird uns nichts übrig bleiben, als zuzugeben, dass der Harnstoff auch auf das Ammoniak als seiner Quelle mit vielem Rechte hinweist. Man erkennt daraus, dass die geistvolle Hypothese vom Cyan im lebenden Eiweiss den empirischen Thatsachen nicht Rechnung trägt. Müsste sie doch, wollte sie auch die eben angeführten Beobachtungen mit sich in Einklang bringen, die neue Voraussetzung machen, dass auch einfache Amide und selbst Ammoniak sich in lebendige Substanz im Thierkörper verwandeln, bevor sie ihn wieder als Harnstoff verlassen. Die Synthese des Albumins in der Pflanze weist in der That auf das Ammoniak als einer Quelle desselben hin[3].

Soll das Wesen des Lebensprocesses auf einen allgemeinen Begriff zurückgeführt werden, so kann es nur als die besondere Kraftäusserung einer mit der Eigenschaft der Erregbarkeit versehenen Materie bezeichnet werden.

Jede Kraftäusserung setzt aber den Verbrauch von Spannungen voraus, — und diese sind in dem inneren Gleichgewicht

---

[1]) Schultzen u. Nencki, Berichte der deutschen chem. Gesellschaft zu Berlin. 1869. S. 566.

[2]) v. Knieriem, Ztschr. f. Biolog. Bd. XI. S. 198. München 1875.

[3]) Vergl. v. Liebig, Ueber die Entstehung des Albumins in den Pflanzen. Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. LI. S. 286. 1844.

zersetzbarer Substrate gegeben. Daraus geht hervor, dass das Leben auf Kosten von Gleichgewichtszuständen der Materie, also auf Kosten der Zersetzungen unterhalten wird.

Das Leben kann also nicht als eine Zersetzung definirt werden, da es eine Folge derselben ist. — Dadurch unterscheidet sich das Leben vom Tode. Dieser ist eine Zersetzung, weil er derselben vorausgeht. Eine Ursache ist bekanntlich der Inbegriff aller ihrer Wirkungen, aber eine einzelne Wirkung kann nicht der Inbegriff ihrer Ursache sein.

In einer neueren Arbeit hebt Pflüger [1]) hervor, dass von zweien durch Causalnexus verknüpften Naturerscheinungen nicht immer diejenige sicher gefunden werde, welche die Ursache und welche die Folge der anderen sei. —

Wir können uns aus einem solchen Dilemma retten, wenn wir in dem gegebenen Fall zu unterscheiden im Stande sind, welche von den beiden Naturerscheinungen für sich und ohne die andere bestehen kann. — Denn diese muss als die primäre angesehen werden.

Nun vergleicht Pflüger in seinen Arbeiten das Leben mit einer Fackel. Halten wir an diesem Vergleiche fest, so werden wir zugeben, dass sich die Zersetzung zum Leben verhält, wie die Oxydation zur Flamme der Fackel. Eine Oxydation kann aber wol vor sich gehen ohne Flamme; eine Flamme ohne Oxydation dagegen ist undenkbar. So werden wir schon aus Analogie schliessen müssen, dass Zersetzung ohne Leben, aber nicht Leben ohne Zersetzung bestehen könne.

Nichts wird in dieser Auffassung der Dinge durch die Erfahrung geändert dass die Flamme wiederum ihrerseits die Oxydation und das Leben seinerseits den Zerfall begünstigen. Es ist ein durch alle anorganischen wie organischen Phänomene der Natur durchgreifendes Gesetz der Selbsterhaltung, Bewegungsvorgänge als Wirkungen zu vollführen, denen sie selbst ihr Dasein verdanken.

Wenn sich uns nun so das Leben als eine Folge der vor-

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XIV. 1876. S. 1.

zugsweise oxydativen Zersetzung darstellt, und wenn wir erwägen, dass die bei dieser Zersetzung zu Grunde gehenden Spannungen einer lebendigen Kraft zur Quelle dienen, welche wir Wärme nennen; so wird uns die Identität zwischen Leben und Wärme unmittelbar einleuchten, und wir werden mit Pflüger in der Bezeichnung des Lebens als einer intramolekulären Wärme übereinstimmen.

Diese Bezeichnung macht aber die Annahme einer besonderen Kraftquelle, also auch die des Cyans, für die intramolekulären Oscillationen im lebenden Eiweissmolekül entbehrlich. Eine solche Annahme wäre nur dann nothwendig, wenn das Leben eine primäre Zersetzung wäre. Für eine solche würde ja die eigentliche Ursache fehlen. Ist das Leben keine primäre Zersetzung, so bedürfen wir zu seiner Erklärung einer besonderen Kraftquelle ebenso wenig, als aller Hypothesen, welche die Aetheroscillationen des Lichtes noch aus andern als den bei der Oxydation der verbrennenden Stoffe untergehenden Spannkräften herleiten wollen.

Die Definition des Lebens als einer intramolekulären Wärme des Eiweissmoleküls lehrt dasselbe als eine physikalische Eigenschaft der mit Erregbarkeit begabten Materie kennen und weist auf die einfachsten Beziehungen des Lebens zum anorganischen Reich hin.

Allein diese Auffassung des Lebens ist für dessen Begriff zu eng. Intramoleculäre Wärme ist auch dem Krystall eigen. Als einfache Molekularbewegung müsste der Lebensprocess im ganzen Reich der organischen Wesen auf alle Einflüsse in derselben Weise reagiren. Die Mannichfaltigkeit in der Wirkung verschiedener Gifte bei verschiedenen Thieren, die grossen Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit derselben gegen mannichfache Temperaturen zeigen indessen deutlich, dass das nicht der Fall ist. Man erinnere sich nur daran, dass das Huhn gegen Strychnin, das Kaninchen gegen Atropin, der Winterschläfer gegen Temperaturen unter Null, die Bacterien gegen solche von weit über 60° geschützt sind.

Da man nun nicht annehmen kann, dass es mit verschiedenen

physiologischen Energieen begabte Wärmeoscillationen gibt, so muss man schliessen, dass es sich beim Lebensprocess um verschiedene Quellen derselben handele und um eine verschiedene Resistenzfähigkeit dieser Quellen gegen jene Einflüsse.

Nun haben wir als allgemeine Quelle des Lebens die Zersetzung kennen gelernt. Die Zersetzung, welche nicht die lebende Materie, sondern das todte Substrat der Spannkräfte betrifft. Der Muskel, der sich contrahirt und Functionen seiner Erregbarkeit, also seines Lebens, verrichtet, zersetzt nicht sich, sondern im Grunde genommen nur ein geliehenes, todtes, stickstofffreies Substrat der Nahrung.

Wenn wir nun nach Formen der thierischen Zersetzung forschen, welche die mannichfaltige Wirkung der genannten Einflüsse erklären sollen; so werden wir vor Allem der Fermente gedenken, von denen es bekannt ist, dass sie in ihren Actionen von äusseren Umständen abhängen. Ihre weite Verbreitung im Thierkörper lässt auch auf das Unzweideutigste erkennen, dass sie von der Natur eine wichtige Rolle in den Organismen zu spielen bestimmt sind.

Ich stehe desshalb nicht an, neben den im Körper wirkenden chemischen Kräften noch ihnen nach dem Vorgange Hüfner's [1]) und Nasse's [2]) besondere Einflüsse auf die Lebensvorgänge zuzuschreiben. Meinte doch schon Liebig [3]) man könne im Hinblick auf die Fermentationsprocesse im Thierkörper sich kaum der Ansicht verschliessen, dass eine Menge von Vorgängen in demselben von der nämlichen Ursache abhängig sein werde, welche der Hefe ihre so merkwürdige Wirkung verleihe.

Daher stellt sich uns das Leben als eine durch chemische und fermentative Zersetzung todter Materien erzeugte intramolekuläre Oscillation der Atome in den belebten Eiweissmolekülen dar.

---

[1]) Journal f. prakt. Chem. N. F. Herausgegeb. v. Herm. Kolbe. Bd. V. 1872. S. 372.

[2]) Arch. f. d. ges. Phys. Bd. XI. 1875. S. 138.

[3]) Ann. der Chem. u. Pharm. 1870. S. 157.

2. Wir dürfen annehmen, dass die lebende Materie einst durch Generatio spontanea entstanden ist. Vielleicht haben sich unter der Mitwirkung der Glühhitze des feurigen Erdballs Kohlenwasserstoffe und stickstoffhaltige Radikale aus den Elementen aufgebaut und nach unermesslichen Zeiträumen, als die Erde sich wieder abzukühlen anfing, Gelegenheit gefunden, zusammenzutreten, — so wie Pflüger vermuthet. Nur stelle ich mir vor, dass das erste Eiweissmolekül nicht schon im Entstehen lebende Substanz war, sondern dass es erst dann zu leben anfing, als es sich zum Theil bereits zersetzt hatte.

An das einmal geschaffene Eiweissmolekül lässt Pflüger neue, auf gleiche Weise entstandene Moleküle durch ätherartige Polymerisirung ihrer beiden Radikale sich anreihen und allmählich zu der ganzen Menge des gegenwärtig vorhandenen Eiweisses anwachsen. Diese ganze Masse des Albumins sei deshalb seiner Entstehung nach nur als ein einziges Riesenmolekül aufzufassen. Der Kohlenstoff sei das Bindeglied der Moleküle. Und die Bindung geschehe nach dem bekannten Princip der durch Hydroxyl- und Wasserstoffaustritt entstehenden und zur Verknüpfnng führenden freien Valenzen. Nach dem angegebenen Typus soll sich noch heute Eiweiss aus seinen Elementen bilden. Thatsächlich entsteht es unter dem Einfluss eines feurigen Weltkörpers, — der Sonne, die aus Elementarstoffen Zellsubstanz aufbaut. Aber nur im Organismus der Pflanze vollführt sie diese Synthese, dort, wo im Keim ein direkter Abkömmling jenes selbstentstandenen Eiweisses bereits vorhanden ist. Da an keinem anderen Orte heut zu Tage nach unseren Erfahrungen Eiweiss entsteht, so ist es unwahrscheinlich, dass in der Gegenwart noch eine Generatio aequivoca existire.

Anderseits geht aber aus jener Deduction klar hervor, dass alles in den Pflanzen gebildete Eiweiss von jenem ersten durch Urzeugung enstandenen abstammt.

Nun ist das Pflanzeneiweiss das Substrat der lebenden thierischen Materie. Es ist das Material, aus dem zunächst der Herbivor seinen Körper aufbaut, um dann mit seiner eigenen Substanz dem Carnivor dieselben Dienste zu leisten.

Daraus folgt, dass alle lebende Materie aus Einer Quelle stammt und identisch dieselbe ist.

Im Thierkörper verwandelt sich das allerwärts gleichmässig agirende, an sich identische Pflanzeneiweiss in die mannichfaltigen Formen des so vielfältig functionirenden thierischen Lebensstoffes. Im Gehirn wird es zur Denksubstanz, im Muskel zum contractilen Inhalt des Sarcolemm, in der Drüse zum secernirenden Organ. Die mannichfaltigen Formen, unter denen das Eiweiss als Lebenssubstanz auftritt, müssen also Isomerieen ein und desselben Stoffes sein. Pflüger schliesst das umgekehrt daraus, dass die verschiedenen Arten der Lebenssubstanz mit ihren spezifischen Eigenschaften der Zelle im Körper des Carnivors in jede andere übergehen und dann die heterogenen Leistungen dieser neuen Lebensmaterie übernehmen.

In dieser Zurückführung der lebenden Materie auf Eine Quelle ist die Idee eines gewaltigen Principes nicht zu verkennen; des Principes der Descendenz durch das Darwin den biologischen Wissenschaften einen so mächtigen Aufschwung gegeben hat.

Gerade hier hat es sich am besten gezeigt, wie die Tendenzen des naturwissenschaftlichen Erkennens nicht immer die des philosophischen sein dürfen. Die Aufgabe des philosophischen Erkennens liegt im Unterscheiden, die des naturwissenschaftlichen häufig im Vereinigen.

Man verkennt dieses Princip und opfert einem Phantom seine Kräfte, wenn man in der an sich so grenzenlos schwierigen Lehre vom Eiweiss dadurch die Verwirrungen häuft, dass man auf Grund minutiöser Unterschiede chemischer und physikalischer Art die Materie spaltet und zerlegt. Die physiologische Thatsache, dass jede beliebige Eiweissmodification sich im Thierkörper in jede beliebige andere verwandeln kann, ist der einfachste und unwiderleglichste Beweis dafür, dass die so statuirten Unterschiede gar keine Unterschiede sind. Es kann hier an einen Ausspruch Wundt's[1]) erinnert werden, demgemäss in

[1]) Grundzüge der physiologischen Psychologie. Lpz. 1874. S. 4.

einer Wissenschaft um so mehr Beschreibung und Erklärung zusammenfliessen, je weniger ausgebildet sie ist, und dass dann in der Regel Classificationsversuche für Erklärungen gehalten werden.

Heynsius[1]) hat sich bereits bemüht, zu zeigen, dass die verschiedenen Modificationen des Albumins, die wir kennen, keine verschiedenen Stoffe sind. Aber im Verfolg der eben entwickelten Ideen möchte ich die Frage an ihrer Wurzel erfassen und die variabelen Formen des Lebensstoffes auf die Einheit ihres inneren Wesens zurückführen.

Darin verlege ich den Schwerpunkt einer biogenetischen Hypothese.

Zwar gibt sie uns gar keine Andeutung über einen der allerwichtigsten Punkte, über die erste Scheidung der vegetabilischen und der animalischen Natur des Lebensstoffes. Sie lehrt nur, dass das erst geschaffene Eiweissmolekül durch Synthese gewachsen sei, und wir können daraus schliessen, dass es wahrscheinlich ein vegetabilisches Eiweissmolekül gewesen sein wird, da wenigstens in der Gegenwart jene Art des Wachsthums vorzüglich der Pflanze eigen ist.

Doch zeigt sie uns, dass sämmtliches direkt aus der Synthese hervorgehende, also überall nicht nur verwandte, sondern auch identische Eiweiss der Pflanzen gegenwärtig das einzige Substrat der auf der Höhe ihrer Entwickelung stehenden thierischen Lebensmaterie ist.

Da nun diese Materie, wie schon erwähnt, den mannichfaltigen thierischen Functionen entsprechend, ausserordentlich verschieden in der Form ist; so kann man hier in Beziehung auf die allgemeine Entwickelung des Lebensstoffes etwas Aehnliches constatiren, als es die Descendenztheorie in Bezug auf die Entwickelung der Organismen gethan hat, die Vervollkommnung durch Differenzirung. Dabei handelt es sich hier ganz sicher um eine ähnliche Anpassung des Lebensstoffes im Kampf um's Dasein an die animale Function, als es sich im Kampf um's Dasein der Organismen um eine

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XII. 1876. S. 586.

Anpassung derselben an die lokal gebotenen materiellen Lebensumstände handelt.

Die Parallele zwischen Lebensmaterie und Organismus lässt sich noch weiter verfolgen.

Wie jeder Organismus, welche Stufe derselbe auch in der allgemeinen Entwickelungsscala der Wesen einnimmt, Individuen propagirt, die immer nur den Entwickelungsstand ihrer Eltern erreichen, falls sie nicht zufällig dem Atavismus verfallen; so propagirt der Lebensstoff, trotz der grossen Mannichfaltigkeit der Formen, unter denen die Lebensmaterie im entwickelten Thierkörper auftritt, immer nur diejenige, welche er selbst im lebenden Wesen erreicht hat. In der Gehirnsubstanz entstehen nicht die Elemente des Muskels, wie im Muskel sich nicht die Elemente der Drüse bilden u. s. w.

Stellt man sich mit Pflüger vor, dass die Functions- und Formverschiedenheit jener Materie auf Differenzen in der Aneinanderlagerung, Verknüpfung und Verkettung der Eiweissradikale beruhen; so kann man die Erklärung für die erwähnte Fortentwickelungsconstanz des lebenden Stoffes auch ganz materiell darin finden, dass derselbe, wohin er auch durch Vermittelung der circulirenden Säfte im Thierkörper gelangt, in allen Gewebsbezirken ein fertig gebildetes Schema vorfindet, in das er sich einfügt.

Diese Auffassung des auch im Organismus waltenden Gesetzes, dass Gleiches nur aus Gleichem entsteht, schliesst eine Voraussetzung von principieller Wichtigkeit ein.

Wenn der Lebenstoff im hochorganisirten Thierkörper zur functionell und formell so fein differenzirten Materie erst durch den Ort wird, an den er gelangt; so ist es klar, dass er noch nichts von dieser Differenzirung an sich tragen kann, so lange er noch nicht in den Geweben abgelagert ist und noch in den Säften kreist. Er muss daher hier etwas von dem Charakter des Anaximenesischen Ἄπειρον besitzen und eine Art Urlebensstoff sein, aus dem wol Alles werden kann, der aber selbst noch nichts Besonderes ist.

Es hat für uns keine Schwierigkeit, sich einen solchen

nicht charakterisirten Urstoff im Körper der Pflanzenfresser vorzustellen. Denn das Eiweiss der Pflanzen ist, trotz der auch schon in ihm sich zeigenden Differenzirungen in Legumin, Kleber u. s. w., seiner synthetischen Entstehung aus dem Anorganischen zu Folge ein solches primäre Produkt.

Ganz etwas anderes gilt indessen für den Carnivor. Diesem steht der Lebensstoff nur in der Form der höchsten Entwickelung und der feinsten Differenzirung zu Gebote. Und jede der Formen dieses Stoffes geht, wie die direkte Beobachtung zeigt, im Körper des Thieres in jede beliebige andere über und übernimmt deren Function. Sonst könnte es dem Organismus des Fleischfressers unmöglich gelingen, bei ausschliesslichem Genuss des Eiweisses in Einer Form, beispielsweise in der der Muskelsubstanz, auch die übrigen Organe, wie Gehirn, Drüsen u. s. w. in normaler Weise zu bilden.

Nun steht die durch Physiologie und Morphologie bewiesene Differenzirung der Lebenssubstanz unwiderleglich fest. Es bleibt daher für die Erklärung der eben angeführten Thatsache nur die Annahme übrig, dass entweder schon mit dem Absterben der entwickelten Thiermaterie jene Differenzirung wieder verschwindet und dass daher das nur als todtes Eiweiss in den Körper des Carnivors gelangende Material wieder jener undifferenzirte Urstoff ist, oder dass der thierische Organismus die Fähigkeit besitzt, jede Form des organisirten Lebensstoffes in die undifferenzirte Modification zurückzuverwandeln.

Welche von beiden Möglichkeiten sich im Organismus verwirklicht, und ob sie sich gegenseitig ausschliessen oder eine Vermittelung gestatten, soll in Folgendem untersucht und entschieden werden.

---

3. Das Eiweissmolekül ist die Stätte des Lebens. Aber das Leben kann in dieser Stätte entweder schlummern oder wach sein und functioniren. Es schlummert in dem lebensfähigen aber nicht lebenden Eiweiss des Samens und des Keimes und ist thätig in jeder Zelle der lebenden Gewebe. Wo das Letztere stattfindet, da

geht im Eiweissmolekül die das Leben wie jede Kraftäusserung charakterisirende Bewegung der Atome vor sich, die den Verbrauch von Spannkräften voraussetzt. Todte Materien müssen zerfallen und jene Bewegung unterhalten. Für die Zellen des hoch organisirten Thierkörpers ist es charakteristisch, dass dabei Kohlenstoff aus jenen Materien frei wird und sich mit Sauerstoff, den das Blut den Zellen des Gewebes zuführt, verbindet. Solche Vorgänge sind aber Vorgänge der Athmung. Es athmet demnach das lebende Eiweissmolekül, dieser Elementartheil der functionirenden Zelle, den Elsberg und Haeckel die Plastidule nennen, wie der Organismus im Ganzen, und die Athmung ist das Zeichen des erwachten Lebens im Eiweissmolekül.

Aber nicht alles Eiweiss, das den lebenden Organismus zusammensetzt athmet. Nur in den Elementartheilen der Gewebe, den Zellen, findet Oxydation und Kohlensäurebildung statt, nicht in den Körpersäften und im Plasma des Blutes[1]).

Säfte und Blutplasma sind deshalb im physiologischen Sinn keine Gewebe.

In ihren Eiweissmolekülen schlummert das Leben. Es erwacht hier erst dann, wenn seine Moleküle in den lebenden Zellen Aufnahme gefunden haben.

So lässt sich in Bezug auf die Processe der Plastik im lebenden Thierkörper von den Säften und dem Blute dasselbe sagen, was von ihrem Antheil an den Processen der Wärme gilt[2]). Für beide sind sie nichts weiter, als das Vehikel des Materials.

Dieses Vehikel ist die allgemeine Quelle für das Baumaterial aller Gewebe. Also ist auch das Eiweiss des Blutes und der Säfte thatsächlich, wie schon früher aus anderen Gründen geschlossen wurde, der gesuchte Urstoff im Körper des Thieres, aus dem alle Formen der differenzirten Lebensmaterie hervorgehen.

Nun geschieht die Belebung dieses Urstoffes in den Werk-

[1]) Vergl. Pflüger, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd X. S. 296.

[2]) Vergl. A. Adamkiewicz, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1876. S. 264.

stätten des Lebens dem physikalischen Charakter dieses Processes entsprechend nur einfach durch physikalische Mittheilung der intramolekulären Oscillationen und nicht durch tiefere chemische Processe der Synthese oder gar der Zersetzung. Wie sich Wärme und Licht in der Umgebung einer Flamme durch Mittheilung von Oscillationen an den vorher ruhenden Aether verbreiten. Hört also umgekehrt in der differenzirten Materie das Leben wieder auf, so kann das auch nur ein Aufhören der intramolekulären Oscillationen in ihr, also nur eine Rückkehr der Materie zu jenem Urzustand bedeuten, in dem sie sich vor der Belebung durch die Zelle in den kreisenden Säften befunden hat.

Mit dieser Rückkehr ist indessen der frühere Urzustand noch nicht ganz erreicht. Denn das Eiweiss, dass innerhalb der Gewebe nicht nur Leben, sondern auch Form in dem früher definirten Sinn erhalten hat, erstarrt beim Sterben in dem Schema jener molekulären Verkettung, welchem es während des Lebens seine functionellen Fähigkeiten verdankte. Auch dieses Schema muss verschwinden, wenn das Albumin gleichförmig und für alle Gewebsfunctionen gleichwerthig werden soll. Man kann sich diesen Process der Sprengung des Molekulargefüges nur als einen Process der Schmelzung vorstellen, etwa wie die Ueberführung eines Bildnisses von Metall durch Wärme in eine formlose, geschmolzene Masse.

Es wäre nicht zu begreifen, was den Organismus bewegen könnte, einen complicirten Nahrungsstoff ohne Zweck zu zersetzen und sich die unnöthige Arbeit aufzubürden, ihn aus dem Zersetzten wieder darzustellen.

Die Natur weist auf keine anderen Vorgänge im Körper hin, als auf die der Verdauung, vermöge deren der Organismus jene Metamorphose auszuführen im Stande sein könnte.

Allein das unmittelbare Produkt der Eiweissverdauung gleicht dem Eiweiss der circulirenden Säfte noch sehr wenig. Es wird vielmehr von sehr beachtenswerther Seite bis auf die Gegenwart von diesem für so gewaltig verschieden gehalten, dass man allgemein den physiologischen Zusammenhang zwischen

beiden in Abrede stellt und dem Verdauungsprocess die Rolle eines Vermittlers der Assimilation abspricht.

Das ist die Lücke in dem an sich so einfachen Bilde des Stickstoffkreislaufes.

Sie zu tilgen, ist die Aufgabe des Experimentes. Und das Experiment kann dieses Ziel nur erreichen durch Klarlegung des Wesens des Verdauungsprocesses und der Beziehungen, welche zwischen den Produkten der Eiweissverdauung und dem für den Aufbau der Gewebe dienenden Material in den strömenden Säften des Körpers bestehen.

II. Die Rolle des Peptons im Kreislauf des Stickstoffs.

Die Lehre vom Pepton.

Es ist bekannt, dass, wie die Stärke vorzugsweise in der Mundhöhle und das Fett im Darm die für die Aufnahme in die Körpersäfte geeigneten Veränderungen erleiden, das Eiweiss der Nahrung vor Allem im Magen, wenn auch nicht hier allein, für die Resorption vorbereitet wird.

Dass diese Vorbereitung des Albumins im Wesentlichen eine Lösung des Materials sei, erkannte schon Joh. Conr. Brunner[1]) in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts. Und dass diese Lösung keine einfache durch „Trituration" der Magenwände unterstützte physikalische Verflüssigung des Mageninhaltes bedeute, wie das noch unter Anderen Bedi[2]) und Borelli[3]) behauptet haben, sondern Folge eines Processes sei, welcher die Substanzen vorherrschend chemisch alterire, lehrten Dyverney[4]), Viridet[5]), Treviranus[6]) u. A. indem sie die saure Reaction des vom Magen producirten Saftes nachwiesen. Brugnatelli's[7]) merkwürdige

---

[1]) Experimenta nova circa pancreas. Amstelodami MDCLXXXIII. p. LXXXV. (Ex experimentis utique didici, in muco ventriculi vigere aliquod dissolvens subtilius, quod alimenta in ejusmodi liquamen resolvat.)

[2]) Observationi agli animali viventi aegli altri animali viventi. Firenza 1684. p. 4.

[3]) De motu animalium. T. II. p. CCLXXXVIII.

[4]) Hist. de l'Acad. des sciences. 1666—1699. T. 2. p. 8.

[5]) Tractat. medic. physic. de prima coctione. Genevae 1692. C. 10, 11, 22.

[6]) Biologie od. Philosophie d. lebenden Natur. Bd. 4. Götting. 1814. S. 350.

[7]) Crell's Annalen. 1787. Bd. 1. S. 230.

Entdeckung, dass Bergkrystall und Achat bei längerem Verweilen im Magen von Hühnern angegriffen werden und Spallanzani's[1]) Beobachtung, dass in Röhren eingeschlossene Stücke von Corallen und Muscheln im Magen von Hühnern und Putern an Gewicht verlieren, lehrten die Gegenwart freier und energisch wirkender Säuren in dem genannten Organ kennen und veranlassten Wasman[2]) anzunehmen, dass die Säuren es seien, denen allein der Magen seine verdauende Kraft verdanke.

Aber Eberle's[3]) rationelle, zum ersten Mal ausserhalb des Organismus angestellte, künstliche Verdauungsversuche zeigten, wie wenig Essig- und Salzsäure im Stande sind, einfache Nahrungssubstanzen nach Art des thierischen Organismus zu verändern. Dass sie sie auflösen, konnte er mit Leichtigkeit feststellen; allein er vermisste zwischen diesen Lösungen und dem natürlichen Chymus zahlreiche Analogieen und schloss daraus, dass die Bereitung des letzteren noch die Gegenwart einer wichtigen thierischen Substanz erfordere.

Er hatte auch bald das Glück, zu erkennen, dass der von der Schleimhaut des Magens in dessen Höhle abgesetzte „Mukus" jener wichtige Stoff sei, den er suchte.

Eberle's Beobachtungen erhielten den Werth wissenschaftlicher Thatsachen, als es Schwann[4]) gelang, festzustellen, dass die Schleimhaut des Magens ein eigenthümliches Ferment erzeuge. Schwann stellte dieses Ferment dar und wurde so der Entdecker des „Pepsins".

Mit diesem Nachweis, der den Vorgang der Eiweissverdauung im Magen als einen Fermentationsprocess documentirte, war ein Problem eigenthümlicher Art in die Wissenschaft geschleudert worden. Es war bekannt, dass Fermentationsprocesse in der Mehrzahl der Fälle Processe des Zerfalles sind, bei denen die fermentirten Stoffe in Produkte von niedriger Zusammensetzung zerlegt werden. Da man geneigt war, auch

[1]) Expériences sur la digestion. Dissert. quatrième. § 241.
[2]) De digestione nunnulla. Diss. inaug. Berol. 1839.
[3]) Physiologie der Verdauung. Würzburg 1838. S. 159 u. 160.
[4]) Arch. f Anat. u. Physiol. 1836. S. 110.

die Eiweissverdauung im Magen als einen katalytischen Vorgang dieser Art zu betrachten, so sah man sich zu der Annahme genöthigt, dass auch der thierische Organismus das Eiweiss der Nahrung zerlege, um es vielleicht bei der Bildung der Gewebe aus den Trümmern wieder aufzubauen. Ein solcher Vorgang der Destruction und Reconstruirung des Destruirten widersprach aber wiederum den Oekonomiegesetzen der Natur und vertrug sich mit dem Wesen der Vegetationsprocesse im Thierkörper nicht, denen die Synthese im Allgemeinen fremd ist.

Die künstlich dargestellten Produkte des genannten Processes, Schwann's[1]) Osmazom und Speichelstoff, und der Körper, den Mulder[2]) bei der Verdauung erhielt und für ein Proteïnbioxyd ansah, charakterisirten sich indessen durch die Art ihrer Entstehung so sehr als Zersetzungsprodukte und zeigten so viele sie von den Muttersubstanzen unterscheidende Reactionen, dass man sich scheute, jene Verdauungsresultate des Albumins mit diesen Substanzen für gleichwerthig zu erachten.

Zwar hob schon Lehmann[3]) hervor, dass es nicht berechtigt sei, aus chemischen Reactionen allein Schlüsse auf die Natur der Stoffe zu ziehen. Er behauptete, dass weder die grosse Löslichkeit der verdauten Eiweisskörper oder, wie er sie zu nennen vorschlug, der Peptone, in Wasser, noch der Mangel ihrer Gerinnbarkeit in der Siedehitze, noch ihre Unfähigkeit, mit den meisten Metallsalzen unlösliche Verbindungen einzugehen, den Charakter der Zersetzung beweise; dass endlich die für die Feststellung des inneren Wesens der Körper besonders massgebende Elementaranalyse eine vollkommene Uebereinstimmung der Peptone mit den unveränderten Eiweisskörpern ergebe. Nichtsdestoweniger verharrte man bei der Anschauung, die Peptone seien Zersetzungsprodukte des Albumins, und sprach ihnen nun entweder die Fähigkeit ganz ab, sich zu Eiweiss zu

---

[1]) Arch. f. Anatomie, Physiologie etc. 1836. S. 82 u. S. 110.

[2]) Arch. f. d. Holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Bd. 2. Utrecht 1861. S. 1. — Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. LVII. 1846. S. 129.

[3]) Physiol. Chemie. Lpzg. 1850. Bd II. S. 50 ff.

regeneriren, wie Tiedemann und Gmelin[1]) und Mulder[2]) es thaten, oder sah sie als die zur Resorption geeigneten Bestandtheile des Albumins an, die der Organismus den Oekonomieprincipien entgegen in den Säften wieder zu Eiweiss zusammensetze.

Letztere namentlich von Hermann[3]) vertretene Ansicht fand in den bekannten Untersuchungen Meissner's[4]) über das Pepton in so fern eine wesentliche Stütze, als diese Untersuchungen zur Auffindung einer Reihe von Componenten im Pepton geführt hatten, dem Parapepton, dem a-, b- und c-Pepton, dem Meta- und Dyspepton, die von ihrem Entdecker selbst nur als die verschiedenen Spaltungsprodukte des bei der Verdauung zerfallenden Albumins angesehen wurden.

Da gab eine Beobachtung Brücke's[5]) der Peptonfrage eine neue Wendung. Brücke tödtete Thiere während der Resorption und fand 48 bis 24 Stunden danach in den Chylusgefässen geronnene Massen. Dieselben reichten bis in die Zotten, ja bis in die Lieberkühn'schen Ampullen. Sie gehörten also nicht den Lympfgefässen an, sondern stammten nothwendig aus dem Darm. Weil nun Pepton die Eigenschaft zu gerinnen nicht besitzt, so schloss Brücke, dass jene Massen vom Darm resorbirte unveränderte Eiweisskörper seien, die im Magen der Fermentation und Peptonisirung entgangen und nur durch die Salzsäure desselben gelöst worden seien. Diese salzsauren Lösungen des Albumins, die unter dem Namen von Syntonin und Parapepton (Meissner) bekannt sind und durch Neutralisation gefällt, bei saurer und alkalischer Reaction dagegen unverändert bleiben, sollten durch die Salze der Galle im Duodenum neutralisirt, im alkalischen Saft des Darmes wieder gelöst und nach der Auf-

[1]) Die Verdauung nach Versuchen. Heidelb. u. Lpzg. 1826.

[2]) Arch. f. Holländ. Beiträge etc. Bd. 2. 1860. S. 1.

[3]) Ein Beitrag zum Verständniss der Verdauung und Ernährung. Zürich 1867.

[4]) Ztschrft. f. rat. Med. III. Reihe. Bd. X. 1861.

[5]) Sitzungsberichte der math.-naturwissenschaftl. Classe der K. K. Akad. der Wissenschaften zu Wien. 1859. Bd. XXXVIII. S. 131. — Ebenda, Bd. LIX. Abth. II. 1869. S. 612.

nahme in die Säfte des Körpers durch die postmortelle Säurebildung der Gewebe von Neuem zur Gerinnung veranlasst worden sein. Es sei daher, meint Brücke, das unveränderte und nur in der Magensäure gelöste Eiweiss das für den Aufbau der Gewebe nothwendige und vom Organismus geforderte Material. Danach müsste man die Peptone nur als eine werthlose Schlacke, als ein Nebenprodukt der Verdauung betrachten, das nach seiner Entstehung nur weiter zerfalle, um endlich den Körper, ohne ihm Dienste geleistet zu haben, zu verlassen.

Man habe sich veranlasst gesehen, sagt Brücke, diese wenig gekannten, undefinirten und kaum je rein dargestellten Körper für die zur Resorption gelangende Eiweissmodification zu halten, weil man keine andere, weniger veränderte gekannt habe, die der Resorption durch die Zotten fähig wäre. Dieser Grund falle nunmehr fort. Er dürfe um so weniger gelten, als der Process der Aufnahme vom Darm nicht nur auf Diffusion, wofür das gewöhnliche Hühnereiweiss allerdings sich nicht eigne, sondern auch auf Filtration beruhe. Die grosse Leichtigkeit, mit der Caseïnlösungen filtrirten, liefere aber den Beweis, dass Schwerfiltrirbarkeit nicht eben nothwendig zu den Eigenschaften des nativen Eiweisses gehöre.

Im Uebrigen thäte der Umstand, dass die Nahrungsmittel sich im Magen des Menschen nur drei bis vier Stunden aufhielten, während die vollkommene Ueberführung des Albumins in Pepton bei künstlichen Verdauungsversuchen eben so viel Tage erfordere, deutlich dar, dass die Natur selbst auf die Peptonisirung des Eiweisses keinen Werth lege. Und die Versuche von Busch, der eine Patientin durch Ernährung von einer Darmfistel aus am Leben und bei Kräften erhalten habe, zeige endlich, wie thatsächlich der Organismus der Peptone gar nicht bedürfe. Denn einerseits sei es zweifelhaft, ob der Succus entericus peptische Eigenschaften besitze, und anderseits dürfe wol angenommen werden, dass das der Patientin zugeführte Eiweiss als solches Eingang in die Säfte gefunden haben werde.

Brücke verkannte das Hypothetische seiner Deductionen keineswegs. Er sah wol die Nothwendigkeit direkter Ernährungs-

versuche für die Entscheidung der schwebenden Frage ein. Allein es mehrten sich Beobachtungen und Thatsachen, die für seine Auffassung eintraten, und drängten das Bedürfniss nach solchen Versuchen wieder in den Hintergrund.

So meinte Diakonow[1]), dass das Pepton nicht resorbirt, sondern schon im Darm zersetzt werde, weil es nirgends in den Säften aufzufinden sei. Voit und Bauer[2]) lehrten den Uebergang von unverändertem Eiweiss durch die Wandungen des Darmes experimentell kennen und machten auf die normalen Eiweissströmungen durch die Capillarwandungen und Membranen, ferner auf die pathologischen Ex- und Transsudate im Körper als auf Thatsachen aufmerksam, die die Entbehrlichkeit der Peptonisirung für den Durchtritt des Albumins durch die lebenden Häute lehrten.

Endlich sah Fick[3]) die bekannte Steigerung der Stickstoffausscheidung nach Eiweissgenuss als die einfache Folge der absoluten Zersetzung der Peptone an. Würde das Eiweiss der Nahrung den im Körper vorhandenen Eiweissvorrath der Säfte und der Gewebe vergrössern, so wäre es nothwendig, schliesst dieser Forscher, dass durch diesen Eiweissgenuss die vor demselben bestehende Stickstoffausscheidung um eine jener Vermehrung proportionale Grösse wüchse. Da aber die Steigerung der Stickstoffausscheidung nach einer solchen Vermehrung der Eiweisszufuhr eine ganz unverhältnissmässig grössere sei, als es jener Vermehrung des Eiweissvorrathes im Körper durch diese Zufuhr entspräche, so könne das genossene Eiweiss nicht den Vorrath im Körper vergrössert haben, sondern müsse wesentlich der Zersetzung unterlegen sein. Denn ein stetig brennendes Feuer werde dadurch, dass dem Brennmaterial eine geringe Menge gleichartiger Substanz hinzugefügt werde, in seiner Intensität nicht so wesentlich gesteigert, wie dort die Zersetzung gesteigert worden sei. Wenn nun aber das genossene

---

[1]) Hoppe-Seyler's med.-chem. Untersuchungen. 1867. Hft. 3. S. 241.
[2]) Zeitschr. f. Biologie. Bd. V. 1869. S. 554 ff.
[3]) Arch. f. d. ges. Physiol. 1871. Bd. V. S. 40.

Eiweiss keine Aufnahme in den Körper fände, so müsse es eben als Pepton zerfallen. Dazu böte der Darm erfahrungsgemäss günstige Bedingungen dar[1]). Das Pepton übe daher mehr die Wirkung von Schiesspulver aus, das zu brennender Kohle hinzugefügt worden sei und nun deren Gluth mächtig durch Selbstverbrennung entzünde.

Diesen theoretischen Betrachtungen gab Fick auch eine experimentelle Stütze. Er injicirte durch Alkohol gefälltes und in Wasser wieder gelöstes Pepton nephrotomirten Kaninchen in's Blut. Im alkoholischen Extract dieses Blutes konnte er in der That eine Vermehrung von durch Quecksilbernitrat fällbaren Körpern darstellen. Er glaubte diese für Vorstufen des Harnstoffes ansehen zu dürfen. Da das Gleiche nach Einspritzung von Blutserum nicht geschah, so schien der Zerfall des Peptons im Organismus nunmehr ganz erwiesen zu sein.

Auch die Resultate chemischer Untersuchungen sprachen für die Werthlosigkeit des Peptons im Stoffwechsel.

Denn nach Möhlenfeldt's[2]) Analysen sollten sie durch Abspaltung von Kohlensäure und Aufnahme von Wasser aus dem Eiweiss entstehen und also wahre Zersetzungsprodukte desselben darstellen. Nach der Ansicht dieses Autors stand nicht mehr zu erwarten, dass solche Produkte im Körper wieder zurück zu Eiweiss würden. Es ist aber weder ihm noch den Nachfolgern[3]) seiner Auffassung eine Entwickelung von Kohlensäure bei der Verdauung direkt festzustellen gelungen, — ein Versuch, der schon von Joh. Müller und Schwann[4]) mit demselben negativen Erfolg ausgeführt worden war. Diese Forscher hatten bereits nachgewiesen, dass die künstliche Verdauung von Eiweiss ohne Aufnahme von Sauerstoff und ohne Bildung von Kohlensäure von Statten gehe und daher „keine wahre Gährung, sondern eine Contactwirkung" sei.

---

[1]) Verhdlgn. der phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. Bd. II. S. 62.

[2]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. V. 1871. S. 381.

[3]) Vergl. Arch f. d. ges. Physiol. Bd. IX. 1874. S. 438, und Bd. XIII. 1876. S 309.

[4]) Arch. f. Anat u. Physiol. 1836. S. 82 u. 87.

Huppert[1]) erklärte gar die Pankreaspeptone nur für einfache Gemische gemeinster Zersetzungsprodukte des Eiweisses, unter denen sich Leucin, Tyrosin, Glutaminsäure u. a. befänden. Da Corvisart's[2]), Kühne's[3]) und Meissner's[4]) Untersuchungen gelehrt haben, dass die Peptone des Pankreas denen des Magens durchaus identisch sind, so müsste dasselbe auch für die Peptone des Magens gelten.

So war die Lehre vom Pepton im Jahre 1873 wieder auf den Standpunkt angelangt, welchen sie zu den Zeiten Tiedemann's und Gmelin's einnahm. Man hatte nur die Bahn eines Kreises verfolgt und während fünfzig Jahren den Umlauf gerade einmal vollendet.

Erst in der allerletzten Zeit verliess man den Weg, der nun einmal nicht berufen schien, zum Ziele zu führen. An Stelle der Untersuchungen am Pepton selbst setzte man das physiologische Experiment und hatte nun die Genugthuung, dem erfolglosen Raisonnement eines halben Jahrhunderts mit Thatsachen gegenüber zu treten.

Plósz[5]) und Maly[6]) sind die Ersten gewesen, die den Werth des Peptons durch Ernährungsversuche festzustellen versucht haben. Und beide sind zu demselben Resultat gelangt, dass es für den Organismus die Bedeutung von unverändertem, nährendem Eiweiss habe.

---

[1]) Berichte der deutschen chem. Gesellsch. zu Berlin. 1873. S. 1279.
[2]) Sur une fonction peu connue du pancreas. Paris 1857.
[3]) Arch. f. pathol. Anat. Bd. XXXIX. 1867. S. 139.
[4]) Ztschr. f. rat. Medicin. 3. Reihe. Bd. VII. S. 17.
[5]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. IX. 1874. S. 323 und Bd. X. 1875. S. 535.
[6]) Ebenda. Bd. IX. 1874. S. 585.

1. Die Natur des Peptons.

Die Art der früher erörterten Unterschiede, welche man zwischen dem Eiweiss der Nahrung und dem der Säfte anzunehmen berechtigt ist, hat gelehrt, dass der Organismus für die Assimilation des Albumins Processe fordert, die mit der Zersetzung nichts zu thun haben. Da nun die Natur nicht zwecklos zu experimentiren pflegt, so wäre mit der Feststellung der Chemie des Peptons für die Frage über seinen Werth im Stoffwechsel schon viel gewonnen.

Es ergibt sich daraus die Nothwendigkeit, zunächst die Natur des Peptons chemisch festzustellen; zu untersuchen, ob die Produkte der Eiweissverdauung in der That so unndefinirbare Existenzen sind, wofür man sie nach der Ansicht der neuesten Lehrbücher der Physiologie und physiologischen Chemie halten soll, und ob sie thatsächlich sich so gewaltig von ihren Muttersubstanzen unterscheiden, dass nur die Kluft der Zersetzung solche Differenzen erklären könne.

A. Die bisher geltende Auffassung von dem Wesen des Peptons.

Bis auf den heutigen Tag wird der Mangel der Gerinnbarkeit als der wesentlichste Charakter des Peptons und als das wichtigste Kriterium angesehen, das gegen seine albuminöse Natur sprechen soll.

Mulder [1]) wies darauf hin, wie in demselben Verhältniss, als die „Zersetzung“ des Eiweisses während der Verdauung fortschreite, die bekannten Fällungsmittel des Albumins ihre Wirkung im Verdauungsgemisch mehr und mehr versagten. So dass endlich die wahren Peptone nur noch durch Chlorwasser, Gerbsäure und Sublimat gefällt würden und nur die allgemeinen

[1]) A. a. O. S. 7.

Reactionen der Eiweisskörper mit Salpetersäure und dem Millon'schen Reagenz behielten.

In derselben Weise wird der Verdauungsprocess allgemein bis auf die Gegenwart aufgefasst.

Gorup-Besanez [1]) meint, dass bei der gegenwärtig noch „ganz mangelhaften Kenntniss" der Peptone nur das Einzige sicher sei, dass die Albuminate bei der Verdauung allmählich alle Fähigkeit der Fällbarkeit unter den im Organismus gegebenen Bedingungen verlören. Und Brücke [2]), der diesen progressiven Schwund ebenfalls als das eigentliche Wesen des Peptonprocesses ansieht, hält es für zweckmässig, die Grenze zwischen Eiweiss und Pepton, weil dieselbe doch irgendwo festgesetzt werden müsse, da zu ziehen, wo Essigsäure und Ferrocyankalium Niederschläge geben. Alles bis zu diesen Niederschlägen soll Eiweiss sein und erst das durch dieses Reagenz nicht mehr Gefällte Pepton heissen. Für das Pepton gebe es dann kein Fällungsmittel mehr auser Gerbsäure, Phosphorwolframsäure, Phosphormolybdänsäure und Jodquecksilberkalium.

Wenn man, wie das die eben genannten Autoren gethan haben, die Peptonisirung als einen Process bezeichnet, bei welchem das Eiweiss die Fähigkeit zu gerinnen mehr und mehr und stetig verliert und wenn man das Pepton als das Resultat eines solchen Processes betrachtet; so muss man selbstverständlich im Stande sein, das Pepton als Endglied jener supponirten Metamorphose zu charakterisiren. Es wäre ein solches Endglied, wenn es sich als ein aus seiner Lösung überhaupt nicht mehr direkt fällbarer Körper darstellte. Bis zu diesem Endglied könnten dann alle angenommenen Uebergänge von Eiweiss zu Pepton nur als Vorstufen desselben gelten. Als solche wären sie unter einander zu sehr verschmolzen und zu wenig differenzirt, als dass sie charakteristische Stadien der Metamorphose darzustellen vermöchten.

Da man nun nicht im Stande gewesen ist, an dem Pepton,

[1]) A. a. O.

[2]) Vorlesungen über Physiologie. Bd. I. 1875. S. 309.

zumal man es, wie erwähnt, für undefinirbar hielt, die Eigenschaften eines Endgliedes des angenommenen Processes festzustellen und doch in der bezeichneten Auffassung der Eiweissverdauung verharrte; so war man genöthigt, die nur als Zwischenstufen sich darstellenden Uebergänge des supponirten Processes an Stelle eines logisch geforderten Endresultates desselben zu setzen und unter ihnen nach Willkür zu wählen.

Wir können uns daher nicht wundern, wenn beispielsweise Meissner den durch Essigsäure und Blutlaugensalz fällbaren Theil der Verdauungslösung für einen integrirenden Bestandtheil des Peptons erklärt, während ihn Brücke noch für reines Eiweiss hält; — wenn es Maly zur Bereitung von „reinem" Pepton genügt, die vom Neutralisationspräcipitat abfiltrirte Lösung mit Alkohol zu fractioniren, während Plósz scrupulös mit Aufwand von viel Zeit, viel Arbeit und Material noch Alles entfernt, was Essigsäure und Blutlaugensalz fällen. Und doch müsste man auch diese Mühe für verloren erklären, wenn Jemand den Einwand erhöbe, dass Alles noch Eiweiss sei, was mit Salpetersäure Xanthoproteïnsäure-Probe gebe. Thatsächlich scheint soeben ein ähnlicher Fall eingetreten zu sein, da Alexander Schmidt[1]) vor Kurzem gefunden zu haben angibt, dass reines Pepton nicht mehr durch Gerbsäure gefällt wird. Bei Brücke war das reine Pepton noch durch Gerbsäure fällbar. Folglich wäre man jetzt berechtigt, die Grenze für das Pepton von der Essigsäure und dem Ferrocyankalium zur Gerbsäure oder Phosphorwolframsäure zu verrücken.

Es bedarf wol keines weiteren Beweises die Behauptung, dass diese Peptonlehre unhaltbar ist. Und es wird sich bald zeigen, dass sie dieses Schicksal der falschen Beurtheilung sowol des Peptonprocesses als der Bedeutung der angeführten Reactionen für die Natur seiner Produkte verdankt.

Wir müssen uns zunächst mit der Bildung des fraglichen Produktes bekannt machen.

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XIII. 1876. S. 100, Anmerkung.

B. Darstellung des Peptons.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass man bei den Untersuchungen des Peptons demselben Fehler verfallen ist, wie bei denen des Albumins. Statt durch Sammlung der Charaktere des fraglichen Stoffes das natürliche Band seiner Genese fester zu knüpfen, hat man dieses durch minutiöse Zerlegung der Substanz gewaltsam zerrissen. So musste das Objekt unter den Händen der Forscher zu einer haltlosen Materie zerfliessen.

Trennungen des Peptons in Componenten durch Essigsäure und Blutlaugensalz, Fällungen der Verdauungsflüssigkeiten durch alkoholische Fractionen, Niederschläge derselben durch Kalk, Gerbsäure, auch Phosphorwolfram- und Phosphormelybdänsäure, die von den verschiedenen Forschern zur Reindarstellung der Verdauungsprodukte von Eiweiss vorgenommen worden sind, haben vergeblich Einsicht in das Wesen der Peptone zu bringen sich bemüht und nur gelehrt, dass weitere Combinationen von Säuren und Alkalien, Metallen und Salzen zu ähnlichen Resultaten und denselben Erfolgen führen würden.

Und doch stellt sich der Process der Peptonisirung und der Charakter seiner Produkte bei sorgfältigem Studium einfach genug dar.

Hat man Fibrin durch Schlagen von frisch entleertem Blut in erwünschter Quantität erhalten, — ich bezog es eimerweise aus den Schlachthäusern der Stadt, — und durch andauerndes Kneten in öfters gewechseltem, weichem und äusserst schwach ammoniakalisch gemachtem Wasser in eine farblose Masse verwandelt; so hat man dasjenige Eiweissmaterial, welches seiner Leichtlöslichkeit wegen unter allen Albuminaten zur Verwandlung in Pepton sich am besten eignet. Zum Zweck dieser Metamorphose wird das so vorbereitete, abgepresste, im Uebrigen rein weisse Fibrin in grossen Schüsseln möglichst fein zerfasert und mit einer Menge einer zweizehntelprocentigen Lösung von Salzsäure übergossen, welche das Peptonvolumen wenigstens um das Fünffache übertrifft. Der Faserstoff, der nun zu quellen anfängt, verwandelt sich allmählich

in eine durchscheinende, glasige Gallerte und ist, wenn aus derselben möglichst alle Trübungen verschwunden sind, zur Aufnahme des Ferments geeignet.

Das Ferment ist vorher aus Schleimhäuten von Mägen am besten des Schweines extrahirt worden. Die Mägen sind zu dem Zweck von der Muscularis getrennt, mit Wasser abgewaschen und, nachdem man sie in kleine Stücke zerschnitten hat, auf einige Tage in absoluten Alkohol gebracht worden, damit sich das in ihnen enthaltene Eiweiss consolidire. Bei der Extraction des Ferments widersteht es dann besser der Lösung. Als Extractionsmittel dient das von v. Wittich[1]) vorgeschlagene Glycerin. Die von Alkohol befreiten, an der Luft getrockneten und nun stark verschrumpften Schleimhautstücke werden mit diesem in tiefen Schüsseln übergossen und pflegen dann an dasselbe ihr Pepsin im Laufe von mehreren Wochen vollkommen abzugeben. Ist das geschehen, so wird das Glycerin durch Leinwand, dann noch durch Löschpapier filtrirt und stellt nun eine klare, gelb-röthlich gefärbte Flüssigkeit dar, die eine in hohem Grade fermentative Wirkung besitzt.

Das Glycerin-Pepsin wird in dünner Schicht über das gequollene Fibrin gebreitet und mit demselben auf Wasserbädern, am besten auf 50 bis 60° C. erwärmt und bei diesen Temperaturen erhalten.

Sehr bald beginnt nun die glasige, aber immer noch compacte Masse des gequollenen Fibrins sich zu verflüssigen, was ohne Zusatz des Ferments nicht geschieht. Zuerst entstehen feine Bläschen im Fibrin, die die Substanz sichtlich lockern. Dann zerfallen die gelockerten Gallertfäden in Schaum, der im Menstruum aufgeht. So verwandelt sich die ganze Masse schnell in eine wasserdünne, graue, opalisirende Flüssigkeit, in der man nur noch einzelne Fibrinklumpen umherschwimmen sieht, — die compacteren Reste, die der Wirkung der Salzsäure und der des Ferments entgangen waren.

Es genügt relativ kurze Zeit, zwei bis fünf Stunden, die

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. II. S. 193.

Verdauung grosser Fibrinmassen, den Inhalt von mächtigen, zwanzig und mehr Liter fassenden Schüsseln, zu bewirken, — ein merkwürdiger Process, der nie verfehlt, den Beobachter in eigenthümlicher Weise zu fesseln. Ich befinde mich mit diesen Resultaten künstlicher Verdauungsversuche in einem interessanten und, wie es sich später zeigen wird, bedeutungsvollen Gegensatz zu anderen Forschern. So brauchten Mulder[1]) und Brücke[2]) meist mehrere Tage, um Eiweiss künstlich in Pepton überzuführen, und Plósz[3]) musste Fibrin zwei bis drei Wochen mit Pepsin digeriren, um eine vollständige Verdauung desselben zu erreichen.

Die rohe Verdauungsflüssigkeit wird durch Coliren von den unverdaut gebliebenen Resten befreit und dann mit Natriumcarbonat sorgfältig neutralisirt, bis blaues Lakmuspapier von ihr nur noch schwach violett gefärbt wird. Jetzt ballen sich leicht gequollene Massen in der Flüssigkeit zusammen und fallen als graue, flockige Niederschläge, die die in der Lösung suspendirten und dieselben noch trübende Substanzen eingeschlossen haben, zu Boden. Die Mächtigkeit dieser Niederschläge wechselt. Bald ist sie sehr gross, bald äusserst gering, und hängt vor Allem von der Wirksamkeit des Glycerin-Pepsins ab, die bei verschiedenen Extractionen nicht immer dieselbe ist.

In dem Masse, als sich der Niederschlag absetzt, klärt sich die Flüssigkeit und scheidet sich über demselben als ein vollkommen wasserklares, leicht gelblich gefärbtes Fluidum aus.

Das ist die Lösung des verdauten Fibrins oder des Peptons, während der Niederschlag das unverdaute und nur in der Salzsäure gelösste Eiweiss enthält, das gewöhnlich als Syntonin und von Meissner als Parapepton bezeichnet wird. Nachdem die Peptonlösung von dem Syntonin durch Filtration befreit worden ist, wird sie durch Kochen über freier Flamme nach äusserst schwacher Ansäuerung und durch erneutes Filtriren von etwa noch vorhandenem Eiweiss befreit.

Alsdann stellt die so dargestellte Peptonlösung eine leicht

[1]) A. a. O. [2]) A. a. O.

[3]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. IX. 1874. S. 323.

schäumende Flüssigkeit dar, die den entgegengesetzten Charakter des gewöhnlichen Eiweisses besitzt. Das gewöhnliche Eiweiss zeigt die Tendenz, in der Kälte flüssig zu bleiben und in der Wärme zu gerinnen, das Pepton besitzt umgekehrt die Neigung, in der Kälte zu erstarren und in der Wärme sich zu verflüssigen.

Aus seiner Lösung wird das Pepton durch absoluten Alkohol flockig ausgefällt, dann auf einem Filter gesammelt, mit Aether extrahirt und in einem öfters gewechseltem Gemisch von Aether und absolutem Alkohol wenigstens vierzehn Tage lang aufbewahrt, damit auch die letzten noch vorhandenen Spuren von Eiweiss in Wasser schwer löslich und alles anhaftende Fett[1]), sowie etwa vorhandene krystallinische Nebenprodukte der Verdauung aus dem Pepton entfernt würden. Das nunmehr reine, absolut weisse und dem frisch gefällten Casein sehr ähnlich aussehende Pepton wird von Alkohol und Aether befreit, in möglichst wenig destillirtem Wasser bei geringer Wärme wieder aufgelöst und, nachdem es durch dichtes Fliesspapier filtrirt worden ist, von Neuem mit Alkohol gefällt, um abermals abfiltrirt und dann zum Schutz seiner Leichtlöslichkeit bei niedrigen Temperaturen von höchstens 30° Cels. langsam getrocknet zu werden.

Nach dem Trocknen erscheint das Pepton als eine spröde, glasige Masse, ist gelblich und transparent und lässt sich leicht zu einem sehr feinen Mehl zerreiben, das durch seine gelblichweisse Farbe und Klebrigkeit an Colophoniumpulver erinnert. Es löst sich in kaltem, leichter in warmem Wasser, pflegt aber trocken aufbewahrt mit der Zeit an Löslichkeit zu verlieren. Seine Lösung reagirt neutral und färbt sich nach Zusatz von Alkali und wenig Kupfersulphat roth.

Die Bildung des Peptons geschieht unmittelbar aus dem gequollenen Eiweiss und setzt die Lösung des Albumins in der Salzsäure durchaus nicht voraus. Denn die Lösung des

[1]) Der Faserstoff des Blutes enthält stets Fett. (Vergl. Gmelin: Hdb. der Chem. Heidelberg 1858. Bd. V. S. 166.)

in der beschriebenen Weise zur Quellung gebrachten Albumins tritt unmittelbar mit der Einwirkung des Pepsins auf dasselbe ein, dagegen ohne Ferment, wenn in der oben beschriebenen Art verfahren worden ist, gar nicht. Bezeichnet man nun als Syntonin das in Salzsäure gelöste Eiweiss, so ergibt sich aus dem Vorstehenden, dass nicht einmal dieser unter allen angenommenen Uebergangsproducten der Verdauung noch am besten charakterisirte Körper als nothwendiges Zwischenglied derselben feststeht. Man ist offenbar durch die Thatsache getäuscht worden, dass sich die Wirkung des zu gequollenem Albumin hinzugesetzten Ferments nicht über die ganze Masse des Verdauungsmaterials auf ein Mal ausbreitet, sondern hier allmählich von Molekül zu Molekül fortschreitet und so in Wirklichkeit Pepton auf Kosten des gerinnbaren Albumins nach und nach entstehen lässt. Und man hat dieses locale Fortschreiten der Peptonisirung im Albumin mit einer successiv eintretenden Veränderung der gesammten Eiweissmenge verwechselt.

Wenn ein solcher Irrthum besteht, so muss es auch falsch sein, dass die Fällungsmittel in der Weise, wie angegeben wird, im Verlauf des Verdauungsprocesses nach einander versagen. Und was sich darüber hat ermitteln lassen, und in welcher Beziehung die Fällungsmittel überhaupt zum Wesen des Peptons stehen, das wollen wir untersuchen, sobald wir über den Begriff des Peptons und seine Beziehung zum Eiweiss klar geworden sind.

C. Der Begriff des Peptons.

Trotz der Arbeiten von Hlasiwetz und Habermann[1], von Schützenberger[2] u. A., die tiefer in das Wesen der Eiweisskörper zu dringen versucht haben, ist die Constitution dieser merkwürdigen Stoffe ein von der Chemie noch nicht ge-

[1] Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 159. 1871. S. 304. Anzeiger der Wiener Akad. 1872. S. 114. Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 169. 1873. S. 150.

[2] Chem. Centralblatt. 1875. No. 39. ff.

löstes Problem geblieben. Nur dass sie einen stickstoffhaltigen und einen stickstofffreien Bestandtheil besitzen müssen, haben die Zersetzungsprodukte sicher gestellt, und durch Elementaranalyse ist eine relative, durchaus nicht absolute Constanz im Gehalt ihrer Elemente [1]) dargethan worden.

Bei einem derartigen Stand unserer chemischen Kenntniss von den Eiweisskörpern ist es selbstverständlich unmöglich, vorläufig das Pepton chemisch zu definiren. Und selbst die Resultate der Analyse vermögen uns nur eine Aufklärung über die Art der äusseren Einwirkungen zu geben, welchen das Eiweiss bei der Peptonisirung unterworfen gewesen ist, — nichts über die Veränderungen seines inneren Baues während dieses Processes.

Wir müssen uns daher zunächst begnügen, das Pepton als das Produkt eines physiologischen Processes mit bekannter physiologischer Tendenz seinen physiologischen Zwecken entsprechend zu erklären. Und es verspricht eine solche Begriffserklärung um so mehr zum Ziel zu führen, als auch bei den Eiweisskörpern gerade die Feststellung ihrer physiologischen Schicksale im Organismus, die Thatsache, dass sie sich hier zu stickstoffhaltigen Produkten unter Ablagerung von Fett [2]) zerlegen, sicherer und unmittelbarer zur Erkenntniss auch ihres inneren Wesens geführt hat, als es die chemische Untersuchung vermocht hat.

Es ist die Tendenz des Verdauungsprocesses, wie die früheren Erörterungen gezeigt hatten, aus dem geformten Eiweiss der Nahrung undifferenzirtes und zur Resorption geeignetes Material zu schaffen.

Die Form büsst das Eiweiss ein durch den Process der Lösung und zur Resorption wird es dadurch geeignet, dass es die Fähigkeit verliert, unter den im Darm gegebenen Be-

---

[1]) Nach Hoppe-Seyler: (Hdb. der physiolog. und patholog. chem. Analyse. Berlin 1870. S. 191.) enthalten die Albuminate in 100 Theilen C 52,7 bis 54,5, N 15,4 bis 16,5, O 20,9 bis 23,5, S 0,8 bis 2,0.

[2]) Pettenkofer und Voit in den Ann. der Chem. u. Pharm. II. Suppl. Bd. 52. 1862 u. 1863. S. 52.

dingungen zu gerinnen. Denn die Resorption setzt vor Allem den flüssigen Zustand voraus.

Nun ist die im Darm gegebene Bedingung zur Eiweissgerinnung die Alkalescenz der Darmsecrete. Das Syntonin ist dieser Bedingung unterworfen, da es durch die Alkalien des Darmes neutralisirt und dadurch aus dem sauren Chymus niedergeschlagen wird.

Folglich ist als Pepton derjenige Theil einer verdauten Eiweisslösung zu betrachten, welcher frei von Syntonin ist und aus seiner neutralen Lösung durch Aenderung der Reaction nicht mehr gefällt wird.

Jeder, der die Verdauung als einen physiologischen Vorgang anerkennt, wird zugeben, dass die Vorbereitung des genossenen Albumins zur Resorption der unmittelbarste und natürlichste Zweck dieses Vorganges ist. Für diesen Zweck ist es vollkommen gleichgiltig, ob das Verdauungsprodukt durch Ferrocyankalium, Gerbsäure u. s. w. fällbar ist oder nicht. Denn weder spielen diese Reagentien im Darm eine Rolle, noch ist es bekannt, dass sie für die Diffusion, Osmose und Filtration der Eiweisskörper irgendwie von Einfluss sind.

Mulder und Einige nach ihm haben andererseits nur denjenigen Rest von verdautem Eiweiss als Pepton bezeichnet, welcher zurückbleibt, wenn alle möglichen Fällungsmittel, selbst der Alkohol, an der Verdauungsflüssigkeit erschöpft sind. Eine Berechtigung auch zu dieser Begriffserklärung wird Niemand nachweisen können. Denn die in Alkohol löslichen Produkte der Eiweissverdauung sind, so sehr sie sich auch zur Diffusion eignen mögen, doch nur krystallinische Zersetzungsproducte der gewöhnlichsten Art.

Nach den Kenntnissen, die wir heutzutage von der Wirkung der Fermente besitzen, ist es nicht zu bezweifeln, dass bei der künstlichen Verdauung von Eiweiss schliesslich Körper entstehen, die auch durch Alkohol nicht mehr gefällt werden können.[1]) Die einzige Bedingung dazu ist nur die, dass der

[1]) Vergl. S. 29.

Verdauungsprocess, wie Mulder[1]) es will, „lange genug fortgesetzt werde".

Bei einer derartigen Fortsetzung überschreitet aber der Verdauungsprocess die physiologischen Grenzen seiner Bestimmung. Er artet zu einem Process der Zersetzung aus und liefert dann thatsächlich Produkte, von denen man mit vollem Recht behaupten kann, dass sie der Organismus zur Zellbildung nicht verwerthet. Und dass man es hier mit wirklichen krystallinischen Zersetzungsprodukten zu thun hat, beweist nichts besser, als die Thatsache, dass Mulder[2]) durch Kochen von Eiweiss mit Salzsäure dieselben Produkte mit derselben mangelnden Fällbarkeit durch Alkohol wie bei der „Verdauung" erhalten und daraus geschlossen hat, „dass Säuren allein im Stande sind, aus Eiweiss wahre Peptone zu bilden, und dass die Verdauung zwar die Auflösung von Eiweiss befördert, aber zur Peptonbildung nicht erfordert wird". Beim Kochen mit Salzsäure zerfällt aber, wie Hlasiwetz und Habermann[3]) gezeigt haben, Eiweiss in krystallinische Derivate.

Produkte einer solchen Verdauung sind selbstverständlich kein Pepton.

Verstehen wir unter Pepton das Resultat einer normalen Verdauung und nicht dasjenige einer abnormen Zersetzung, so muss die Bildung des Peptons bei der Verdauung der Entstehung jener Produkte vorausgehen, und es muss daher das Pepton noch ein durch Alkohol fällbarer Körper sein. Daraus geht hervor, dass vorläufig die Fällbarkeit durch Alkohol als die sicherste Grenze anzusehen ist, an der die Verdauung des Albumins aufhört und die Zersetzung desselben beginnt.

Damit aber das Eiweiss durch den Verdauungsprocess zur Aufnahme in die Säfte vorbereitet werde, dazu ist es nicht nöthig, dass es sich zersetze.

Funke[4]) hat bereits auf die grosse Diffusionsfähigkeit des

---

[1]) A. a. O. [2]) A. a. O. S. 19 und 21. [3]) A. a. O.
[4]) Arch. f. path. Anat. Bd. XIII S. 449.

Verdauungsproduktes von Eiweiss hingewiesen und Voit und Bauer[1]) haben festgestellt, dass Pepton unter allen Eiweisskörpern nicht nur in grösster Menge vom Darm aufgenommen wird, sondern auch zweiunddreissig Mal schneller als gewöhnliches Eiweiss durch todte Membranen diffundirt.

D. Beziehungen des Peptons zum unveränderten Eiweiss.

Fragen wir nun nach der Natur der Veränderungen, welche das Eiweiss bei seiner Verwandlung in Pepton erleiden muss, um dem bezeichneten physiologischen Zweck zu dienen und wollen wir die Art der Einflüsse, welche jene Metamorphose des Albumins bewirkt haben, aus ihren Wirkungen kennen lernen, so müssen wir uns an das Ergebniss vergleichender Analysen von Eiweiss und Pepton wenden, die auf diese Fragen die besten Antworten zu geben vermögen. Das Verfahren wird so ein naturwissenschaftlich gefordertes, inductives. Und wir werden nicht, wie das in der Lehre von den Peptonen bisher geschehen ist, aus der Mitwirkung eines Ferments bei ihrer Entstehung durch Deduction auf ihre katalytische Natur zu schliessen gezwungen sein, sondern umgekehrt aus dem Wesen der Verdauungsprodukte den Charakter derjenigen Fermentation erkennen können, welche bei der Eiweissverdauung eine so wesentliche Rolle zu spielen bestimmt ist.

Die Analyse lehrt Folgendes.

Aschenanalyse.

Pepton. Es ist in der oben beschriebenen Weise von mir dargestellt worden und hinterliess, nachdem es bei 100° C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet worden war, nach dem Verbrennen im Platintiegel folgende Aschenmengen:

0,9758	Pepton	gab	0,0108	oder	1,106	pCt.	Asche
1,0556	„	„	0,0130	„	1,23	„	„
0,4968	„	„	0,0058	„	1.167	„	„

[1]) Ztschrft. f. Biolog. Bd. V. 1869. S. 551 ff.

Trockenes Pepton besitzt also im Mittel 1,167 pCt. Asche.

Die Asche des Peptons gibt in salpetersaurer Lösung mit Molybdänsäure erwärmt einen voluminösen gelben, mit Bariumchlorid einen weissen Niederschlag und wird bei Zusatz von Silbernitrat leicht getrübt. Sie enthält demnach sowol Phosphor als Schwefel und Chlor.

Unter diesen ist Chlor in geringster Menge vertreten.

In der Lösung der Asche von 5,0 gr. Pepton rief Silbernitrat zwar eine sehr deutliche Trübung hervor, gab indessen keinen wägbaren Niederschlag.

In grösster Menge ist Phosphor in der Peptonasche enthalten.

Zur Bestimmung der Phosphorsäure im Pepton wurde dasselbe mit Salpeter und Natron-Kali-Carbonat geschmolzen, die Schmelze in Wasser gelöst, mit Salpetersäure gekocht, filtrirt, mit molybdänsaurem Ammon bei gelinder Wärme gefällt, dann stehen gelassen, abfiltrirt, mit salpetersäurehaltigem Wasser ausgewaschen und in Ammoniak gelöst. Die ammoniakalische Lösung wurde mit Magnesiumsulphat gefällt, der Niederschlag abfiltrirt, mit ammoniakhaltigem Wasser ausgewaschen, getrocknet, geglüht und als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen.

6,0 Pepton gaben 0,135 $P_2Mg_2O_7$ oder 0,086 = 1,28 pCt. P_2O_5.

Dieses Ergebniss lehrt, dass bei der Veraschung des Peptons ein Theil seines Phosphors verloren geht und dass der nicht flüchtige oxidirte Rest desselben den Hauptbestandtheil der Peptonasche bildet.

Der Aschengehalt des Fibrins ist doppelt so gross, als der des Peptons. Er beträgt nach Lehmann[1]) 2,172 pCt. Nach Mulder[2]) sind in 100,0 Fibrin 1,7 Calciumphosphat vorhanden.

Eieralbumin. Ich bezog dasselbe in vortrefflicher Qualität in Form reiner, gelblich-weisser, in Wasser leicht löslicher Plättchen aus der Albuminfabrik des Hrn. Seydler in Königsberg i./Pr.

Von der bei 100° getrockneten Substanz gaben:

1,3246 0,0766 oder 5,76 pCt. Asche und
0,6400 0,0330 „ 5,16 „ „

Das Eiweiss enthält im Mittel 5,43 pCt. Asche.

---

[1]) Gmelin a. a. O. S. 187.
[2]) Ebendas. S. 167.

Da die fabrikmässige Darstellung desselben aus Hühnereiern nur auf der sorgfältigen Trennung vom Dotter und vorsichtiger Trockenprocedur beruht, so gibt die gefundene Zahl den Aschengehalt des natürlichen Hühneralbumins an.

In der Asche war sowol Phosphor als Chlor vorhanden.

Es wurde durch Titriren mit Silber
in 0,0383 Asche 0,0060 Cl.
und durch Titriren mit Urannitrat
in 0,6549 Asche 0,0230 $P_2 O_5$
gefunden.

In 100 Theilen der Asche waren demnach 15,9 Cl und 3,53 $P_2 O_5$ enthalten.

In der Asche bestimmte ich die Phosphorsäure, indem ich erstere in Salzsäure löste, mit Ammoniak fällte und mit Essigsäure bis zu saurer Reaction versetzte. Dann wurde filtrirt, durch Ammoniak und Chlormagnesium niedergeschlagen und das gefällte Magnesium-Ammoniumphosphat auf dem Filter gesammelt. Den nicht gelösten Rückstand von Eisenphosphat befreite ich durch Lösen in verdünnter Salzsäure, Zusatz von Weinsäure, Ammoniak und Schwefelammonium und gelindes Erwärmen vom Eisen und fügte zu dem vom Schwefeleisen befreiten Filtrat wiederum Chlormagnesium und Ammoniak hinzu, um auch hier die Phosphorsäure zu fällen. Die Niederschläge beider Fällungen wurden vereinigt, in mit Essigsäure angesäuertem Wasser gelöst und mit Urannitrat auf Phosphorsäure titrirt.

Serumalbumin. Es ist ebenfalls in reiner Substanz und in Form brauner leicht löslicher Plättchen aus der bezeichneten Fabrik erhalten worden, wo es aus spontan von Rinder- und Schweineblut ausgeschiedenem Serum durch Abdampfen desselben dargestellt wird.

1,185 der bei 100° C. getrockneten Substanz lieferten 0,1162
oder 9,8 pCt. Asche und
1,0026 der bei 100° C. getrockneten Substanz lieferten 0,0940
oder 9,4 pCt. Asche.

Serumeiweiss besitzt demnach im Mittel 9,6 pCt. Asche. In dieser Asche fanden sich:

in 1,326 0,6041 Cl und
in 1,3526 0,0345 oder 2,5 pCt. $P_2 O_5$
in 1,4000 0,0290 „ 2,06 „ $P_2 O_5$
also 45,5 pCt. Cl und 2,28 pCt. $P_2 O_5$.

Die Resultate der vorstehenden Aschenanalysen sind in folgender Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

100,0 gr. Trockensubstanz.	Asche.	Phosphor.	Chlor.
Pepton	1,167	0.251	Spuren.
Eiereiweiss	5,430	0,042	0,851
Serumeiweiss . . .	9,600	0,048	4,387

Elementaranalyse.

Auf die ersten Elementaranalysen, denen Lehmann[1]) das Pepton unterworfen hat, ist eine Reihe analytischer Belege gefolgt, die wie jene die Uebereinstimmung des Peptons mit seinen Muttersubstanzen in ihrer elementaren Zusammensetzung festgestellt haben. Weder Kühne[2]) noch Thiry[3]) konnten zwischen beiden nennenswerthe Unterschiede der Analyse erkennen. Und es sah sich in Folge dessen namentlich der letztgenannte Autor gegenüber der Ansicht Meissner's zu erklären veranlasst, dass Pepton und Eiweiss nur als Isomerieen derselben Substanz angesehen werden dürften. — Zwei Angaben,[4]) nach welchen im Kohlen- und Sauerstoffgehalt des Albumins und seines Verdauungsproduktes bedeutungsvolle Differenzen vorhanden sein sollten, sind durch Analysen Maly's[5]) widerlegt worden, der die Resultate von Lehmann, Kühne und Thiry bestätigen konnte. Maly fand

	im Fibrin,	im Fibrinpepton
an C	52.51 pCt.	51,40 pCt.
an H	6,98 „	6,95 „

und legte auf den geringen Unterschied im Kohlenstoffgehalt beider Körper mit um so mehr Recht keinen Werth, als jener nicht nur durch die analytischen Fehlergrenzen, sondern wahr-

[1]) Physiol. Chemie. Leipzig 1850. Bd. II. S. 53.

[2]) Arch. f. pathol. Anat. Bd. XXXIX. 1867.

[3]) Zeitschrift f. rat. Med. III. Folge. Bd. XIV.

[4]) Möhlenfeldt, Arch. f. d. ges. Physiol. 1872. Bd. V. S. 351, und Kistiakowsky, Ebend. 1874. Bd. IX. S. 438.

[5]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. IX. 1874. S. 600.

scheinlicher noch durch die tiefen Complicationen im inneren Bau der Eiweisssubstanzen erklärt ist.[1])

Auch der Stickstoff, dieser charakteristische Repräsentant der Eiweissgruppe, besitzt im Pepton die für das Albumin festgestellten Werthe.

Es enthält

Fibrin

nach Dumas und Cahours[2])	16,6 bis 16,78	pCt. N.
nach Maly[3])	17,34	„ „

und Pepton

nach Thiry[4])	16,34	„ „
nach Maly[5])	17,13	„ „

In Uebereinstimmung damit fand ich in meinen Präparaten mit Hilfe der Methode von Dumas durch Verbrennung mit Kupferoxyd folgenden Stickstoffgehalt:

Eieralbumin: 0,2596 trocken = 0,2455 aschefreier Substanz gab 0,04289 oder 17,4 pCt. Stickstoff.

Serumalbumin: 0,2768 trocken = 0,25023 aschefreier Substanz gab 0,04202 oder 16,7 pCt. Stickstoff.

Pepton: 0,0592 trocken = 0,0585 aschefreier Substanz gab 0,00989 oder 16,89 pCt. Stickstoff.

Aus vorstehenden Resultaten der Analyse muss gefolgert werden, dass im Eiweiss durch die Magenverdauung der Complex der Elemente nicht gestört, dagegen der Gehalt der Salze verringert wird.

E. Die Fällbarkeit des Peptons.

Die Unfähigkeit, durch die gewöhnlichen Fällungsmittel des Albumins niedergeschlagen zu werden, wird, wie man sich erinnert, als das charakteristische Merkmal des Peptons und als das Kriterium seiner Genese durch Zersetzung angesehen. In demselben Verhältniss als die Zersetzung des Albumins während der Verdauung zunimmt, sollte ja dessen Fällbarkeit abnehmen.

In der That steht es unzweifelhaft fest, dass die Pepton-

[1]) Vergl. S. 38.

[2]) Gmelin: Hdb. der org. Chemie. Bd. IV. S. 2267.

[3]) A. a. O. [4]) A. a. O. [5]) A. a. O.

lösung zunächst die wichtigste Eigenschaft des gewöhnlichen Albumins, bei schwach saurer Reaction unter dem Einfluss höherer Wärmegrade zu gerinnen, nicht besitzt.

Indessen wird die Beurtheilung dieser Differenz eine neue und von der bis jetzt allgemein gebräuchlichen sehr abweichende Form erhalten, wenn die wesentlichen Ursachen der Gerinnung des nativen Eiweisses erörtert sind.

Alex. Schmidt und Aronstein[1]) haben das Verdienst, zuerst erkannt zu haben, dass die Gerinnung des Eiweisses in der Wärme nicht begründet ist im Wesen seiner Substanz, sondern wesentlich im Gehalt seiner Salze. Denn wenn sie es längere Zeit der Dialyse unterworfen und auf diese Weise, wie sie fanden, von Salzen befreit hatten, besass es die Eigenschaft nicht mehr, in der Wärme fest zu werden. Heynsius[2]), Winogradoff[3]), Huizinga[4]) und Haas[5]) haben gleichfalls feststellen können, dass das native Eiweiss in Folge des bei der Dialyse eintretenden Verlustes seiner Salze die Fähigkeit, durch Kochen gefällt zu werden, verliert. Sie wichen indessen von den erst genannten Autoren in ihren Resultaten insofern ab, als sie das Eiweiss durch Dialyse nie salzfrei, sondern nur salzarm erhielten und als sie einen fester gebundenen Rest von Salzen im dialysirten Eiweiss zurückbleiben sahen, der demselben alkalische oder, wie Haas angibt, auch saure Reaction verlieh. Dieser Rest betrug nach Huizinga 0,3 bis 0,5 pCt., nach Haas 0,5 bis 1,0 pCt., nach Winogradoff 0,8 bis 1,3 pCt. und nach Heynsius bis 1,5 pCt. Danach sollten bei der Dialyse nur die neutralen Salze aus dem Eiweiss, nicht die alkalischen oder die sauren verschwinden, das dialysirte Eiweiss sich in Folge dessen in ein Alkali- oder in ein Acidalbumin verwandeln und diesem Umstande seine Unfähigkeit, beim Kochen zu gerinnen, ver-

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. VIII. 1874. S. 75.
[2]) Ebendas. Bd. IX. 1874. S. 514 und Bd. XII. 1876. Seite 586.
[3]) Ebendas. Bd. XI. 1875. S. 605.
[4]) Ebendas. Bd. XI. 1875. S. 392.
[5]) Ebendas. Bd. XII. 1876. S. 378.

danken. Es gewänne diese Fähigkeit wieder, wenn seine alkalische resp. saure Reaction abgestumpft oder sein Verlust an Neutralsalzen wieder ersetzt würde.

Durch neue Untersuchungen konnte Alex. Schmidt[1]) in der That bestätigen, dass bei der Dialyse das Eiweiss zunächst von den Neutralsalzen befreit wird und dann zu einer bestimmten Zeit alkalisch reagirt und nicht gerinnt. Allein er fand, dass auch diese Alkalescenz allmählich verloren geht. Dann nimmt das Eiweiss neutrale Reaction an, besitzt nur noch Reste von Erdphosphaten und bleibt doch unfähig, in der Wärme zu gerinnen. Höchstens trübt es sich beim Kochen und wird opalescent. Durch Zusatz des Diffusates oder an Stelle desselben von Kochsalz kann es jedoch immer wieder die verlorene Gerinnbarkeit erwerben.

Wir ersehen daraus, dass auch das gewöhnliche Eiweiss die wichtigste Eigenthümlichkeit des Peptons, in der Wärme nicht fest zu werden, erlangen kann, ohne dass es genöthigt wäre, tiefgreifende Veränderungen zu erleiden. Nichts ist dazu erforderlich, als dass die dem Eiweiss locker anhaftenden Salze aus der Gemeinschaft mit ihm scheiden und dass das Eiweiss selbst, dem Pepton gleich, nur noch jenen geringen Rest fest anhaftender Phosphate zurückbehält, der den auslaugenden Processen widersteht und daher qualitativ wie quantitativ im diffundirten wie im verdauten Eiweiss derselbe ist.

Es fehlt also jener Unterschied zwischen Eiweiss und Pepton, auf den ein so gewaltiger Nachdruck gelegt wird. Und man kann nicht aus gewissen Eigenschaften des Verdauungsprodukts von Eiweiss eine Zersetzung desselben ableiten, wenn es feststeht, dass auch die Diffusion dem Albumin dieselben Eigenschaften verleiht und wenn man nicht im Stande ist, zu beweisen, dass der Diffusion tiefgreifende Einflüsse auf die Constitution des Albumins zukommen.

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XI. 1875. S. 18.

Neben der Unfähigkeit, durch Siedehitze gefällt zu werden, wird ferner als charakteristisch für Pepton angegeben, dass dasselbe durch die gewöhnlichen chemischen Fällungsmittel des Albumins aus seinen Lösungen nicht niedergeschlagen werde.

In der That kann man feststellen, dass, wenn man Pepton in Substanz darstellt und Stücke desselben in einem Reagenzglas mit einer beliebigen Quantität destillirten Wassers so lange geschüttelt hat, bis Schaumbildung und Biuret-Reaction die Lösung der ersten Peptonspuren anzeigt, Proben dieser Lösung ebenso wenig durch Salpetersäure, Essigsäure und Ferrocyankalium oder Essigsäure und Kochsalz wie durch Siedehitze gefällt werden. Wartet man jedoch einige Zeit oder unterstützt man das Auflösen des Peptons durch anhaltendes Schütteln des Reagenzglases oder durch Erwärmen desselben, und wiederholt man jetzt von Zeit zu Zeit die ganze Reihe der genannten Reactionen; so sieht man die einzelnen Reagentien wieder wirksam werden.

Gewöhnlich trübt sich die Peptonlösung zuerst nach Zusatz von Essigsäure und Blutlaugensalz, später auch nach Zusatz von Essigsäure und Kochsalz und endlich auch nach dem von Salpetersäure. Es lässt sich somit gar nicht verkennen, dass die Wirkung der einzelnen Reagentien unter Anderem von der Concentration der Peptonlösung abhängig ist, dass die Salpetersäure unter allen Reagentien die concentrirtesten Lösungen erfordert, das Ferrocyankalium aber unter ihnen gewissermassen das empfindlichste Reagenz darstellt.

Das wirft ein eigenthümliches Licht auf die Natur dessen, was man seit Meissner a-, b- und c-Pepton nennt. Denn das a-Pepton ist durch Salpetersäure fällbar. Die von diesem befreite, also dilnirtere b- und c-Pepton enthaltende Verdauungslösung gibt nur noch die Reaction mit Blutlaugensalz.

Der eben erwähnte Umstand, dass das Pepton den wichtigsten chemischen Reagentien gegenüber dieselbe Fällbarkeit besitzt, wie das gewöhnliche Eiweiss, lehrt, dass die tiefern Veränderungen, welche man im verdauten Eiweiss aus einem

angenommenen Mangel jener Fällbarkeit des Peptons deducirt hat, illusorisch sind.

Ich vermuthe, dass manche Angaben über die Unwirksamkeit der gewöhnlichen Fällungsmittel am Pepton zum Theil auch dadurch verschuldet sein werden, dass man es nicht mit absolut neutralem, sondern mit saurem Pepton zu thun gehabt hat. Die saure Reaction stört nämlich die Fällbarkeit des Peptons und hebt selbst die durch Alkohol bewirkte auf[1]).

Aber direkter als durch diese Uebereinstimmung lassen sich engere Beziehungen zwischen Pepton und Eiweiss durch ein charakteristisches Verhalten des letzteren demonstriren, welches ihm im Verlauf des Verdauungsprocesses bis zu einem gewissen Zeitpunkt eigen bleibt.

Wenn man Eiweiss in Eisessig löst und mit wenig reiner Schwefelsäure versetzt, so erhält man schöne violett-blaue Lösungen mit grüner Fluorescenz und einem charakteristischen Absorptionsstreifen im Spectrum zwischen den Frauenhofer'schen Linien b und F. Diese von mir neulich angegebene Reaction[2]) besitzt die für uns wichtige Eigenschaft, sich nur auf die Gruppe der unveränderten Eiweisskörper zu beschränken und nicht an anderen, weder organischen, noch anorganischen, weder stickstoffhaltigen, noch stickstofffreien Körpern aufzutreten. Nun ist es interessant, dass das Eiweiss, wenn es dem Process der Verdauung unterliegt, die eben geschilderte Reaction nur bis zu dem Zeitpunkt beibehält, wo es aufhört Pepton zu sein und daher in krystallinische Derivate [3]) zerfällt. Mit dem Augenblick dieses Zerfalles geht auch die

[1]) Alex. Schmidt (Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XIII. 1876. S. 100) gibt in einer neueren Arbeit an, dass Gerbsäure nur salzhaltige Lösungen von Pepton fällt, nicht solche, welche aus durch Dialyse gereinigtem Eiweiss dargestellt worden sind. Nach meinen Erfahrungen wird auch „reines", d. h. salzarmes Pepton durch Gerbsäure gefällt, sobald es neutral reagirt.

[2]) A. Adamkiewicz: Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. III. 1875. S 423.

[3]) In einer mir kürzlich von dem Hrn. Verfasser gütigst zugesandten Arbeit: Victor Grosstern: O względnéj wartosei rozmaityeh odczynników na białko (Ueber den Werth der verschiedenen Eiweissproben;

Reaction verloren, die bis dahin das Eiweiss begleitet hat. Es schliesst sich also das Pepton [1]) in seinem Verhalten zur Essig-Schwefelsäure noch ganz dem unveränderten Eiweiss an und muss daher diesem nahe stehen und nicht den Produkten der Eiweisszersetzung.

Wenn wir nun die ganze Summe der eben entwickelten Thatsachen zusammenfassen und erwägen, dass Pepton und Eiweiss weder in der elementaren Zusammensetzung, noch im Verhalten zu den wichtigsten Reactionen von einander abweichen, dass das Pepton dem Eiweiss gegenüber sich nur arm an Salzen erweist und dass das gewöhnliche Eiweiss wiederum durch Verlust eines grossen Theiles seiner Salze dem Pepton auch in seinen wichtigsten Eigenschaften ähnlich wird; — dann werden wir leicht geneigt sein, alle Unterschiede zwischen beiden Stoffen in Abrede zu stellen und das Pepton vielleicht nur für ein salzarmes Eiweiss zu erklären. Allein ein solcher Schluss wäre vorläufig nicht berechtigt, da zwischen Eiweiss und Pepton noch ein sehr wichtiger Unterschied besteht. Diffundirtes Eiweiss wird nach dem Zusatz der verlorenen Salze wieder in der Wärme fällbar, während das durch Salze, Alkohol und selbst durch Salpetersäure gefällte Pepton trotz der Gegenwart dieser Fällungsmittel sich in der Wärme wieder auflöst.[2])

Eine eigenthümliche Weichheit und Nachgibigkeit gegen Wärme ist also der fundamentale Charakter des Peptons, — eine Neigung, sich in der Wärme zu verflüssigen, die sonst nur „leicht schmelzbaren“ Stoffen eigen ist und die eine geringe Cohärenz ihrer Moleküle verräth.

Separatabdruck aus einer nicht näher bezeichneten Warschauer Zeitung) wird auseinandergesetzt, dass meine Reaction für den Nachweis von Eiweiss im Harn sich nicht eigne. Da schon im normalen Harn ein blauer Farbstoff bei jedem Säurezusatz durch Zerfall des Indicans mit Leichtigkeit entsteht, so habe ich jene Beschränkung meiner Reaction im Harn für selbstverständlich gehalten.

[1]) A. Adamkiewicz: Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin. 1875. S. 161.

[2]) Ein durch Essigsäure und Ferrocyankalium gefälltes Pepton wird beim Kochen trübe wegen Zersetzung des Ferrocyankaliumsalzes.

Und in der That lässt es sich nachweisen, dass das Pepton den Namen eines „leicht schmelzbaren" Körpers im wahren Sinne des Wortes verdient.

Wird Pepton frisch mit Alkohol gefällt und als feuchter Niederschlag in einem regulirbaren Trockenofen langsam erwärmt, so sieht man seine weisse Masse schon bei einer Temperatur von 80 bis 90° C. eine eigenthümliche Verwandlung erleiden, die sich als nichts anderes als ein Process der Schmelzung kund gibt. Die käseähnliche und undurchsichtige Substanz fällt zusammen, wird glasig durchscheinend und verflüssigt sich endlich zu einem klaren, gelblichen, etwas dick fliessenden Fluidum, das ganz das Aussehen des geschmolzenen Fettes besitzt. Lösungen von unverändertem Eiweiss würden unter solchen Verhältnissen gerade umgekehrt fest geworden sein; — ein charakteristisches Bild der fundamentalen Gegensätze zwischen Pepton und Eiweiss. Beim Abkühlen wird die klare geschmolzene Peptonmasse, dem Wesen des physikalischen Processes, dem sie unterlegen ist, entsprechend, wieder trübe, starr und fest. Aber sie behält ihre Eigenschaft, beim Abkühlen fest zu werden und in der Wärme sich zu verflüssigen, so lange bei, als sie im Besitz des geringen Restes von Wasser bleibt, welchen ihre Substanz im erstarrten Zustand einschliesst. Wird sie daher vor dem Verlust jenes Restes von Wasser dadurch geschützt, dass man sie in ein Glasrohr einschliesst, so kann man an ihr die geschilderten Einflüsse der Kälte und der Wärme fortdauernd demonstriren.

Diese Erscheinung bietet mehrfaches Interesse. Einerseits lehrt sie uns eine Eigenschaft des verdauten Albumins kennen, die bisher unter den allgemein in der Klasse der Wirbelthiere verbreiteten thierischen Materien als charakteristisch für den Leim gegolten hat und deutet auf verwandtschaftliche Verhältnisse [1]) zwischen diesen beiden Stoffen hin. Anderseits gestattet sie, die Beobachtung Brücke's über das Vorkommen geronnener Massen in den Anfängen der Chylusgefässe, die für die Auffassung der Rolle des Peptons im

[1]) Vergl. Drechsel in den Beiträgen zur Anatomie und Physiologie Carl Ludwig als Festgabe gewidmet von seinen Schülern. Leipzig 1874.

thierischen Organismus von so verhängnissvoller Bedeutung gewesen ist, in einer neuen Weise zu interpretiren. Jene Massen können Pepton gewesen sein, die als dünne Lösungen die Darmwand passirt und später ihr Wasser durch Diffusion an die Gewebssäfte abgegeben haben. Indem sie auf diese Weise an Concentration gewannen und dann sich mit dem Körper des todten Thieres abkühlten, fanden sie die beiden Grundbedingungen, um an dem Ort, an den sie gelangt waren, zu erstarren.

In der Schmelzbarkeit des Peptons ist nun, wie aus dem Vorausgehenden hervorgeht, die ganze Summe derjenigen Eigenthümlichkeiten vereinigt, welche das Pepton von dem unveränderten Eiweiss unterscheidet. Es wird daher ganz von der Natur dieses Unterschiedes die Entscheidung der Frage abhängen, ob das Pepton noch als ein in seiner chemischen Constitution unverändertes Eiweiss angesehen werden darf oder nicht.

Darüber kann folgender Versuch Aufschluss geben.

Man fällt eine klare wässrige Lösung von reinem Eieralbumin flockig aus, filtrirt den Niederschlag ab und bringt ihn feucht ohne weiteren Zusatz von Wasser in ein mit einem Kühlrohr versehenes Kölbchen. Das Kölbchen wird in einem Bad von concentrirter Schwefelsäure so lange erwärmt, bis der Inhalt desselben Blasen treibt. Wenn man diese Temperatur im Apparat eine Zeit lang unterhalten hat, so sieht man die Blasen der kochenden Masse, welche sich anfangs mühsam durch die zähe Substanz ihren Weg gebahnt haben, immer leichter und leichter aufsteigen. Nach und nach treten in dem Inhalt des erwärmten Gefässes diejenigen Veränderungen ein, welche mit den bei der Schmelzung des Peptons beobachteten vollkommen übereinstimmen. Es bildet sich im Verlauf weniger Stunden aus dem Eiweiss ein Körper, der in den eben gekennzeichneten, dem unveränderten Eiweiss absolut fremden Eigenschaften mit dem Pepton übereinstimmt [1]).

Der ganze Process ist von keinerlei Zersetzung be-

[1]) Meissner (Zeitschrift für rat. Medic. III. Jahrg. Bd. X. S. 21) hat durch Tage lang anhaltendes Kochen von Eiweiss ebenfalls Pepton erhalten.

gleitet. Weder Gase, noch andere Produkte des Zerfalles werden während desselben frei.

Und doch müssen im Innern des Albumins gewaltige Veränderungen vor sich gegangen sein. Denn die Wärme, die das Pepton momentan zum Schmelzen bringt, hat intensiv und relativ sehr lange einwirken müssen, um das Eiweiss in denselben Zustand zu versetzen.

Daraus lässt sich ein doppelter Schluss ziehen.

Es müssen einerseits im unveränderten Eiweiss Kräfte gegeben sein, welche der Wärmewirkung sehr standhaft trotzen. Da die Wärme die Molekularcohäsionen in den Körpern lockert, so kann jener Widerstand des Albumins nur durch eine sehr starke Bindung seiner Moleküle unter einander bedingt sein. Eine solche festere Bindung ist aber nur der Ausdruck einer inneren Fessel, welche die Moleküle in gesetzmässiger Weise enger mit einander verknüpft. Sie bildet die elementare Grundlage einer bestimmten inneren Anordnung und Gruppirung derselben. Denn wo eine festere Cohäsion der Moleküle fehlt, da kann von einer Gruppirung derselben nicht die Rede sein.

So gewinnen wir ein thatsächliches Fundament für die Vorstellung, dass im natürlichen und organisirten Eiweiss, das aus dem nativen Albumin entsteht, ein molekuläres Schema, eine innere Form und Differenzirung bestehe.

Anderseits haben wir erfahren, dass das gewöhnliche Eiweiss den Widerstand gegen Wärme unter dem Einfluss derselben allmählich aufgibt, ohne chemisch zu zerfallen. Da nun die Widerstandsfähigkeit des Albumins durch dessen inneres Molekulargefüge bewirkt wird und da ferner mit dem Aufhören jenes Widerstandes sich die Umwandlung des Albumins in Pepton vollzogen hat; so ist nichts klarer, als dass das Pepton ein undifferenzirtes Eiweiss ist, das aus seiner Muttersubstanz ohne chemische Zersetzung und nur durch den Untergang ihres festeren Molekulargefüges entstanden ist.

Treffend kann man daher mit Lehmann [1]) das Verhältniss

[1]) Physiologische Chemie. Bd. II. Leipzig 1850. S. 53.

des Eiweisses zum Pepton mit demjenigen vergleichen, in welchem Stärke und Dextrin zu einander stehen. Auch das Dextrin ist nichts weiter, als eine leicht lösliche und wenig cohärente Modification der Stärke, die ohne Zersetzung durch Vermittelung höherer Wärmegrade aus dieser entsteht und sich von ihrer Muttersubstanz chemisch nicht unterscheidet.

Der chemische Beweis für die chemische Gleichwerthigkeit von Eiweiss und Pepton lässt sich durch nichts besser, als durch das Verhalten des Schwefels in diesen beiden Körpern geben.

Der Schwefel ist unter den Mineralbestandtheilen des Albumins der einzige, der sich durch einfache Extraction von dem Eiweiss nicht trennen lässt.

Wenn man ausgewaschenes Fibrin in verdünnter Salzsäure quellen lässt und nach der Quellung die Salzsäure mit Wasser auswäscht, so findet man in dem Waschwasser Kalk und grosse Mengen von Phosphorsäure, dagegen nicht die Spur einer Trübung, wenn man es mit Salpetersäure behandelt hat und dann mit Bariumchlorid versetzt.

Es folgt daraus, dass der Schwefel Bestandtheil des Eiweissmoleküls ist. Ist das der Fall, so muss Schwefel frei werden, wenn sich Eiweiss zersetzt.

Nun wird aber bei der Verdauung des Albumins Schwefel nicht frei. Bringt man gequollenes Fibrin mit Pepsin in einem Kolben zusammen, in den mit Bleiacetat getränkte Papierstreifen herabhängen und lässt man es hier verdauen, nachdem man den Kolben fest verschlossen hat, so vollzieht sich im Innern desselben die Verdauung, ohne dass die geringste Spur einer Schwärzung an den über dem Verdauungsgemisch herabhängenden Papierstreifen zu bemerken wäre.

Der Schwefel geht also in seiner Gesammtheit von dem Eiweissmolekül in das modificirte oder Pepton-Molekül über. Deshalb stimmen alle Forscher, die sich mit der Analyse von Pepton beschäftigt haben, darin überein, dass dieses Schwefel enthält[1]);

---

[1]) Vergl. Thiry a. a. O. Maly a. a. O. Kossel, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XIII. 1876. S 316. u. A.

und Lehmann[1]) hat bereits festgestellt, dass der Schwefelgehalt von Pepton und von Eiweiss derselbe ist. Noch in der Asche des Peptons fand ich, wie in der des Fibrins, Schwefel; dort 0,048 pCt., hier, entsprechend dem grösseren Gehalt der Fibrinasche an Basen, 0,082 pCt. der Trockensubstanz.

2,9865 Pepton gaben 0,008 $BaSO_4$ oder 0,048 pCt. S.
4,144 Fibrin „ 0,025 „ „ 0,082 „ „

Ebensowenig wie Schwefelwasserstoff wird Kohlensäure[2]) oder Ammoniak[3]) bei der Verdauung entwickelt.

Erst bei der Zersetzung des Peptons wird Schwefel frei.

Wird Pepton mit Natronlauge gekocht, so entwickelt es beim Neutralisiren mit Essigsäure reichliche Mengen von Schwefelwasserstoffgas und gibt bei Zusatz von Bleiacetat voluminöse schwarze Niederschläge von Schwefelblei.

Dieses gesammte Verhalten des Schwefels liefert die sicherste Bürgschaft für die Integrität des Eiweissmoleküls im Pepton und beweist sie mehr als jede Elementaranalyse des Kohlenstoffs, dessen Procentgehalt bei Substanzen mit unbekannter Constitution Schlüsse von nur beschränkter Sicherheit zulässt.

Indem sich nun so das Pepton chemisch als Eiweiss darstellt, indem es ferner gleichzeitig die für den Organismus wichtigsten und nicht entbehrlichen Mineralbestandtheile, Chlor, Schwefel und Phosphor, besitzt und indem es endlich mit allen diesen Eigenschaften hervorragende Fähigkeiten der Diffusion und der Löslichkeit verbindet; stellt es sich als jenen gesuchten Urstoff dar, den die Natur als allgemeines Bildungssubstrat der thierischen Gewebe fordert. Sein grosses Diffusionsvermögen ist darzuthun geeignet, dass es von der Natur zur Aufnahme in die Säfte prädisponirt ist. Und seine, entgegengesetzt wie bei jedem differenzirten oder sich differenzirenden Eiweiss, gerade von der Wärme begünstigte Löslichkeit deutet auf das Allerschönste die Beziehungen an, welche das Pepton mit den

[1]) A. a. O. Bd. 1. S. 312.
[2]) S. S. 28.
[3]) Kossel, a. a. O.

Bildungsprocessen des Lebens in Verbindung bringt. Denn Leben ist Wärme. Und indem das Pepton sich in der Wärme löst, dient es jenem elementaren Bildungsprincip, das im Organismus nicht weniger, als ausserhalb desselben herrscht und dem der alte Satz gilt: *Corpora non agunt nisi fluida.*

Die Eigenschaft der Leichtlöslichkeit des Substrates, welches das Werden der organischen Formen begünstigt, ist indessen der enstandenen Form ungünstig. Der Weichheit muss nun eine gewisse Starrheit und Unnachgibigkeit des Stoffes folgen. Das Protoplasma ist wieder fällbares, in Molekularschemata fixirtes Eiweiss.

Ob das Pepton einer solchen Rückverwandlung fähig ist, das wollen wir später untersuchen. So viel steht fest, dass sich an ihm die ersten Anfänge einer solchen Verwandlung schon unmittelbar nach der Resorption im Darm vollziehen. Denn nach derselben findet das Pepton sofort Gelegenheit, mit den Salzen der Gewebsströme in Diffusionsverkehr zu treten, und daher diese Salze gegen sein Wasser auszutauschen. Dadurch wird es salzhaltig und concentrirt und so — wenigstens in der Kälte — fällbar.

Doch steht der Bedeutung des Peptons als eines Substrates der Gewebe immer noch der Einwand entgegen, dass nach den Erfahrungen, welche Beaumont[1]) an seinem Canadier St. Martin gemacht hat, der Aufenthalt des genossenen Eiweisses im Magen gewöhnlich 6 bis 6½ Stunden dauern, also viel zu kurz sein soll, als dass er die Peptonisirung des Albumins vollführte, da nach dem Ausfall künstlicher Verdauungsversuche eine vollständige Peptonisirung von Eiweis eine Zeit von mehreren Tagen erfordere.

Das bereits mitgetheilte Ergebniss meiner Versuche gestattet es nicht, die Berechtigung dieses Einwandes fernerhin anzuerkennen; — und die neueste Arbeit Alex. Schmidt's[2])

---

[1]) Neue Versuche und Beobachtungen über den Magensaft und die Physiologie der Verdauung. Aus dem Englischen übersetzt von Luden. Leipzig 1834.

[2]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XIII. 1876 S. 102.

über denselben Gegenstand lehrt ebenfalls, dass „die Pepsinwirkungen im Magen viel stärker sein möchten, als bisher geglaubt worden ist.“ Wahrscheinlich waren nicht gut wirkende Pepsinextracte an der langen Dauer der älteren und neueren Verdauungsexperimente schuld. Die eben genannte Arbeit von Alexander Schmidt legt auch die Vermuthung nahe, dass Gegenwart zu grosser Salzmengen in den Verdauungsgemischen die Bildung des Peptons gestört haben möge [1]). Haben doch Frerichs [2]), Nasse [3]) und Grützner [4]) gezeigt, dass Fermente in der That die Gegenwart von Salzen nur bis zu einer gewissen Grenze vertragen.

Ich kann es nicht unterlassen, auf den inneren Zusammenhang dieser Thatsache mit der von mir entwickelten Natur des Peptons aufmerksam zu machen. Wenn es feststeht, dass die Salze die Peptonisirung stören, so wird die erwiesene Salzarmuth des Peptons sich mehr denn je als eine Charaktereigenthümlichkeit desselben dokumentiren, — und nicht als ein Zufall.

F. Eine aus der Natur des Peptons entwickelte Theorie der Verdauung.

Fühlen wir uns bewogen, auf Grund der Erfahrungen, welche wir soeben über das Pepton gewonnen haben, im Voraus den noch zu beweisenden Schluss zu ziehen, dass dasselbe das allgemeine Gewebssubstrat ist, in das im Thierkörper jenseits der Säfte das Leben einzieht, — so lehren uns jene Erfahrungen gleichzeitig den Weg kennen, welchen die Natur bei der Darstellung eines so interessanten Produkts einschlägt. Die Eiweissverdauung muss sich uns dann, statt als ein, wie angenommen wird, für den Organismus überflüssiger Vorgang zu erscheinen, in neuem Licht darstellen, dessen Natur durch

[1]) So stellte Kossel (a. a. O.) Pepton mit 4 bis 13 pCt. Asche dar und brauchte demgemäss 2 bis 8 Tage zu künstlichen Verdauungen.

[2]) Wagner: Handwörterb. der Physiologie. Bd. III. 1846. S. 798.

[3]) Arch f. d. ges. Physiol. Bd. XI. 1875. S. 138.

[4]) Ebendas. Bd. XII. 1876. S. 299.

die inductive Art, wie sie hier aus den Produkten des Verdauungprocesses erschlossen wird, ihre naturwissenschaftliche Berechtigung findet.

Zwei Momente waren es, die das Pepton von dem Eiweiss der Nahrung unterschieden, die Salzarmuth und der Mangel der inneren, molekularen Struktur.

Die Verdauung hat daher eine doppelte Aufgabe am genossenen Eiweiss zu erfüllen:

1) es von einem Theil seiner Salze zu befreien und dadurch für die Fermentation und Löslichkeit im warmblütigen Organismus vorzubereiten und dann

2) jenem eigenthümlichen Process der Schmelzung zu unterwerfen, durch den das Molekularschema in der Eiweissmaterie aufgehoben wird.

Salzarm wird das genossene Eiweiss durch die Extraction seiner Salze, welche die im Magensaft enthaltene Chlorwasserstoffsäure bewirkt.

Dass die Chlorwasserstoffsäure diese Wirkung besitzt, geht aus den oben[1]) angeführten Thatsachen direkt hervor, und ich schliesse aus denselben, dass die genannte Säure im Magen der höheren Thiere die im Molekül des Albumins nicht gebundenen anorganischen Bestandtheile aus ihrer Verbindung mit dem genossenen Eiweiss löst und dann, soweit sie durch dieselben neutralisirt worden ist, in die Körpersäfte übergeht, um hier im Verein mit den extrahirten Aschen wiederum einen Theil des Salzvorrathes darzustellen, der das in die Säfte gelangende salzarme Pepton in gewöhnliches Eiweiss zurückverwandeln hilft.

Darin scheint mir der tiefere Sinn der auffallenden Thatsache zu liegen, dass der Organismus der höheren Thiere an dem wichtigsten Ort der Eiweissverdauung eine anorganische Säure producirt.[2]) Und ich halte neben der genannten Function

---

[1]) S. S. 54.

[2]) Die neuesten Einwände Laborde's (Gaz. de Paris 1874. p. 118), dass Milchsäure die einzige freie Säure des Magensaftes sei, kann durch Rabuteau's Entgegnung (Ebend. 1874., No. 32) als widerlegt betrachtet werden.

dieser Säure die von ihr gleichzeitig hervorgerufene Quellung des Albumins um so mehr nur für eine Nebenwirkung derselben, als es durchaus nicht in der Natur der eiweissverdauenden Fermente liegt, dieser Nebenwirkung zu bedürfen. Ich erinnere an das Pankreas[1]) und ferner daran, dass bei gewissen niedrigen Thieren nach den Berichten von Treviranus[1]) und speciell bei den Crustaceen nach den jüngsten Untersuchungen von Hoppe-Seyler[2]) nur eine pankreatische Eiweissverdauung vorkommt.

Diese Erscheinung steht vielleicht damit im Zusammenhang, dass kaltblütige Thiere eines in der Wärme löslichen Albuminats zur Vorbereitung für die Organisation weniger bedürfen, als die homöothermen. Das mag der Grund sein, weshalb sie zur Entfernung der Salze im genossenen Eiweiss, die doch zu jener Löslichkeit in Beziehung stehen, von der Natur nicht besonders organisirt sind.

Für die Vollziehung des zweiten Theiles der Verdauung, der „Schmelzung" des extrahirten Albumins, bedient sich der Organismus der Wirkung eines Ferments.

Eine derartige Leistung der Fermente hat längst nichts Räthselhaftes mehr, seitdem man weiss, dass die Wirkungen der Fermente im Organismus diejenigen sind, welche sich ausserhalb des Thierkörpers als Effekte der Wärme darstellen[3]). Offenbar haben sie hier die Aufgabe, einen functionellen Ersatz für Wärmegrade darzubieten, welche der Organismus braucht, und welche hervorzubringen ihm die Natur die Fähigkeit versagen musste, weil hohe Wärmegrade mit dem Fortbestehen des organischen Lebens unverträglich sind.

Wie sich nun die Wärme in ihrer Wirkung auf die Körper gradweise abzustufen vermag von einer einfachen Lockerung

[1]) Biologie oder Philosophie der lebenden Natur. Göttingen 1814. S. 355.

[2]) Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. XIII. 1876. S. 395.

[3]) v. Liebig, Ann. der Chem. u. Pharm. 1870. S. 3. Hüfner, Betrachtungen über die Wirkungsweise der ungeformten Fermente. Vortrag. Leipzig. 1872.

der Moleküle bis zur Sprengung ihres inneren Gefüges; so sind auch die Fermentationen im Organismus Ursache von Molekulardistractionen milderen Grades bis zu den höchsten des katalytischen Zerfalls.

Die Fermentationen, welche im Dienst der Bildungsprocesse im Thierkörper stehen, tragen, soweit sie thatsächlich diesem Zweck dienen, nirgends den Charakter der Katalyse. Das Ptyalin zersetzt nicht die Stärke, sondern formt sie eher noch durch Synthese zu einem leicht resorbirbaren Körper um. Das Fett wird im Darm nur soweit zerlegt, als diese Zerlegung der Zerstäubung und dadurch der Resorption des unzerlegten Fettes dient.[1])

Es wäre der unverständlichste Fehler, den die Natur begehen könnte, wenn sie gerade dasjenige Material der Nahrung zerstörte, das als wichtigstes Substrat des Lebens unter allen Bildungsstoffen der Zelle die tiefste Complication im Bau und die höchste Vollendung in der Organisation zu erreichen hat.

---

[1]) Vergl. Voit und Bauer, Zeitschrift f. Biol. Bd. V. 1869. S. 569. Brücke, Vorlesungen über Physiologie. Bd. I. 1875. S. 335.

2. Der Nährwerth des Peptons.

A. Die Zersetzlichkeit des Peptons.

Die Zersetzlichkeit einer chemischen Verbindung kann durch diejenige Summe von Wärme ausgedrückt werden, welche der durch die Molekularattraction der Verbindung repräsentirten Spannkraft äquivalent ist. Zu dieser Summe steht jene Zersetzlichkeit in umgekehrtem Verhältniss. Denn je geringer die Molekularattraction im Inneren eines Körpers ist und je kleiner sich daher die von ihr repräsentirte Spannkraft darstellt, um so geringer ist die der letzteren äquivalente Wärmemenge, oder diejenige Wärme, welche zur vollständigen Aufhebung jener Attraction, d. h. zur Zersetzung der Substanz ausreicht. Nun findet bei der Verwandlung des Albumins in Pepton eine Molekulardistraction der Substanz durch Fermentwirkung statt. Es muss daher das Pepton, wenn es auch kein Zersetzungsprodukt des Albumins ist, doch an Zersetzlichkeit das Eiweiss um diejenige Grösse übertreffen, welche der jener Fermentwirkung entsprechenden Wärmemenge gleichwerthig und bei der Schmelzung des Albumins bereits verbraucht ist.

In der That zeigt sich auch diese Zersetzlichkeit des Peptons darin, dass es leicht in krystallinische Derivate zerfällt. Tyrosin und Leucin[1]), Asparaginsäure[2]) und Indol[3]) entstehen bei der pankreatischen Verdauung; und die Magenpeptone sind von denen des Pankreas nicht verschieden.

Die Zersetzlichkeit der Materie ist nun aber einer derjenigen Faktoren, von welcher die Art ihrer Verwendung im Orga-

---

[1]) Kühne, Arch. f. path. Anat. Bd. XXIX. 1867. S. 136.

[2]) Salkowski und Radziejewski, Berichte der Deutsch. chem. Gesellschaft zu Berlin. Bd. VII. S. 1050.

[3]) Nencki, Ebend. Bd. VIII. 1875. S. 336

nismus abhängt. Liebig[1]) hat sie, wie bekannt, für wichtig genug gehalten, um sie zur Grundlage seiner Eintheilung der Nahrungsmittel in plastische und respiratorische, in die zur Gewebsbildung und in die zur Zersetzung und Wärmebildung bestimmten, zu wählen und dadurch, wenn auch nicht durchgreifende Unterschiede, so doch die Fundamentalkategorien des Stoffverbrauches im lebenden Körper aufzustellen.

Wenn nun erwiesenermassen zwischen Pepton und Eiweiss Unterschiede der Zersetzlichkeit bestehen, so ist es klar, dass mit dem chemischen Nachweis der Eiweissnatur des Peptons der Beweis noch nicht erbracht ist, dass sie beide für den Organismus physiologisch gleichwerthig sind. Man wäre vielmehr berechtigt, aus der grösseren Zersetzlichkeit des Peptons zu schliessen, dass es auch mehr zur Zersetzung und weniger zur Plastik sich eignen möchte, als das unveränderte Eiweiss.

Soweit man bis jetzt auf einem allerdings sehr eigenthümlichen Umweg zu der Schlussfolgerung gelangt ist, dass Pepton leichter zerfalle, als Eiweiss, hat man sich veranlasst gesehen, zwischen beiden Stoffen gleich die allerschärfsten Gegensätze in ihrer physiologischen Verwerthung anzunehmen. Man hat sich seit der Beobachtung Brücke's über die Resorption von Eiweiss im Darm daran gewöhnt, nur unverändertes Albumin als für den Organismus brauchbares Material anzusehen. Das Pepton hielt man von nun an nur für ein unbenutztes Nebenprodukt der Verdauung, das im Organismus dem Schicksal des Zerfalls unterliegen sollte und dem man die Eigenschaft der Leichtzersetzlichkeit eben deshalb zuschrieb, weil man sie zur Erklärung dieses Schicksals brauchte.

Vor Allem vertritt Fick,[2]) wie bereits früher von mir berichtet worden ist, die Ansicht von der Zersetzung der Peptone. Er sieht unter Anderem die dem Eiweissgenuss jedesmal folgende Steigerung der Stickstoffausscheidung als ein Merkmal dieser Zersetzung an und schliesst daraus, dass nur derjenige kleine Theil von Eiweiss zum Ersatz der abgenutzten Gewebe ver-

[1]) Ann. der Chemie u. Pharm. Bd. XLI. 1842. S. 282.

[2]) Arch. f. d. ges. Physiol. 1871. Bd. V. S. 40. Diese Arbeit S. 27.

wendet werde, welcher bei der Verdauung der Peptonisirung entgangen sei.

Auch Voit[1]) ist davon überzeugt, dass das Pepton zur Gewebsbildung nichts beiträgt. Er hält es für leichter zersetzlich, als Eiweiss und meint, dass diese Leichtzersetzlichkeit der Grund sei, weshalb das Pepton kaum noch in Spuren in den Säften wiedergefunden werde. Nur die unglückliche Vorstellung, dass die Resorption von Seiten des Darmes ein rein osmotischer Process sei, dass das Eiweiss gegen Wasser aber gar nicht und das Pepton leicht diffundire, habe die Nothwendigkeit der Peptonisirung für die Diffusion des Albumins vorgetäuscht. Allein die Aufnahme gelöster Substanzen von Seiten des Darmes geschehe nicht durch Osmose allein. Es würde sonst der hohen endosmotischen Aequivalente wegen Serumalbumin, weil es den Gewebssäften an Concentration gleichkomme, gar nicht und Pepton nur gegen so grosse — neunundeinhalbfache — Wassermengen aufgenommen werden können, dass gleichzeitig die profusesten Ergüsse in den Darm stattfinden müssten. Der Inhalt des Darmes werde vielmehr durch den Druck der sich contrahirenden Darmwand in die Chylusgefässe getrieben. Und wenn es feststehe, dass Fetttröpfchen von messbarer Grösse, die bei Diffusionsversuchen kaum die Membranen passirten, ungehindert durch die Darmschleimhaut hindurchgingen; so müsste dem gelösten unveränderten Eiweiss diese Fähigkeit in noch weit höherem Masse zustehen. Denn man könne nicht annehmen, dass das Molekül des Albumins das des Fettes an Grösse übertreffe, und dann sehe man eben unverändertes Eiweiss im Körper durch alle möglichen Membranen[2]) und Organe hindurchtreten. Es sei deshalb nicht zu verstehen, weshalb durch die Wandung des Darmes nur Pepton sollte durchgängig sein.

Doch ist Voit weit davon entfernt, mit Fick anzunehmen, dass nur das peptonisirte Eiweiss sich zersetze, das unverändert resorbirte dagegen ganz zum Ersatz verbrauchter Körpersubstanz

---

[1]) Zeitschr. f. Biologie. Bd. V. 1869. S. 561 ff u. Bd. VIII. 1872. S. 356 ff.
[2]) Voit und Bauer, Ebendas. Bd. V. 1869. S. 567.

verwendet würde. Auch von diesem gehe vielmehr, während es noch in den Säften circulire — circulirendes Eiweiss — der bei weitem grösste Theil, etwa 80 pCt., zu Grunde, und erst der Rest diene als Material zum Aufbau der Gewebe. Aber auch der Eiweissvorrath der Organe selbst sei kein beständiger. Neben dem gesammten Quantum des Peptons, dem grössten Theil des circulirenden Eiweisses gelange noch eine geringe Menge, ungefähr 1 pCt., des in den Geweben enthaltenen Albumins — Organeiweiss — zum Zerfall [1]). Für diesen von den Lebensprocessen geforderten Verbrauch von Eiweiss sei es charakteristisch, dass er keine absolute, sondern eine relative Grösse darstelle, die sich genau nach der Menge des absoluten Eiweissvorrathes im Körper richte. Nun ändere sich in diesem Vorrath nur der von dem circulirenden Eiweisses repräsentirte Antheil, weil dieser von der wechselnden Nahrung abhängig sei. Die Grösse des Eiweisszerfalles im Organismus müsse sich daher nach der Menge des im Körper circulirenden Eiweiss richten und mit diesem steigen und sinken. Das Quantum des strömenden Eiweissvorrathes dürfe indessen gewisse Grenzen nicht überschreiten [2]). Bei zu reichlichem Vorrath zersetze sich der Ueberschuss, soweit er überhaupt von den Verdauungswerkzeugen bewältigt worden sei, bei zu geringem Vorrath würde dagegen das Eiweiss der Organe in höherem Grade, als gewöhnlich, angegriffen. Im letzteren Fall verwandle sich das Organeiweiss in circulirendes Eiweiss. Das Körpergewicht nehme in Folge dessen ab, anfangs schnell und stetig sinkend, später langsamer und constant; und der gesammte Verlust von Eiweiss bis zu diesem zweiten Zeitpunkt könne so beträchtlich werden, dass er bei einem Hund von 30 Kilogramms, dem der circulirende Eiweissvorrath durch vollkommene Nahrungsentziehung auf eine möglichst kleine Grösse herabgesetzt worden sei, einer Fleischmenge von 1355,0 Gr. gleichkomme [3]). Schon daraus gehe

[1]) Voit, Zeitschrift f. Biologie Bd V. 1869. S. 350 und an vielen anderen Orten.

[2]) Derselbe, ebendas. Bd. III. 1867. S. 24 ff.

[3]) Derselbe, ebendas. Bd. VIII. 1872. S. 356.

hervor, dass es ganz andere Momente seien, welche den Eiweissumsatz im Körper bestimmten, als die Menge des gebildeten Peptons. Denn man könne, zumal das Pepton so sehr zersetzlich sei, unmöglich annehmen, dess es in so grossen Quantitäten sich im Körper aufspeichern werde, wie es sich bei dem bezeichneten Hunde bis zu dessen Eintritt in das Stickstoffgleichgewicht angesammelt habe. Derselbe Erfolg in der Eiweisszersetzung, wie in den ersten Hungertagen nach einer voraufgehenden sehr reichlichen Fütterung mit Eiweiss, stelle sich auch unmittelbar nach einer reichlichen Fütterung mit (700,0 Gr.) Fleisch ein. Nun könne füglich von einer Zersetzung, die nur die Peptone betreffen soll, nicht mehr die Rede sein, da die Effekte des Eiweisszerfalles ganz dieselben geblieben seien unter Verhältnissen, wo das Vorhandensein von Peptonen im Körper das eine Mal unmöglich, das andere Mal nothwendig erscheine. Da man endlich im Stande sei, die jeweilige Grösse des Eiweisszerfalles dadurch zu verkleinern, dass man mit dem Eiweiss gleichzeitig Fett oder Kohlehydrate geniesse[1]), von denen jedes die Eigenthümlichkeit habe, den Bedarf des Körpers an Eiweiss, wenn auch nicht aufzuheben, so doch herabzusetzen; so wäre man, wenn man die Eiweisszersetzung im Körper von der jedesmal hier vorhandenen Menge von Peptonen abhängig machen wollte, zu der Annahme genöthigt, dass die Anwesenheit von Fett oder Kohlenhydraten im Körper die Peptonbildung beschränke, — eine Annahme, die weder erwiesen, noch irgendwie wahrscheinlich sei[2]).

Aus diesen Gründen verwirft Voit[3]) das von Fick gebrauchte Gleichniss, wonach das im Organismus von dem zerfallenden Eiweiss unterhaltene Feuer durch das Pepton wie brennende Kohle durch Schiesspulver angefacht werden soll. Er setzt an Stelle desselben ein anderes und meint, dass man die von irgend einer chemischen Substanz gespeiste Flamme durch

---

[1]) Voit, A. a. O. Bd. V. 1869. S. 331; S. 436. — Bd. IX. 1873. S. 529. — Pettenkofer und Voit, Ebenda. Bd. IX. 1873 S. 15 u. s. w.

[2]) Nach Lehmann (Physiol Chem. Leipzig 1850. Bd. I. S. 53) sollen Fette die Peptonisirung des Albumins sogar befördern.

[3]) Voit, A. a O. Bd. VIII. 1872. S. 358.

ganz dieselbe Substanz zum Auflodern bringen könne, welche verbrennt, wenn man sie in kleinen Quantitäten zum Feuer hinzusetze. Das Feuer eines brennenden Scheites Holz werde auch durch Spähne desselben Stoffes zum lebhafteren Brennen gebracht[1]).

Wenn danach auch nicht angenommen werden dürfe, dass die absolute Zersetzung stickstoffhaltiger Eiweissmaterie durch die Menge des vorhandenen Peptons bestimmt sei, so müsse doch anderseits, meint Voit, durch diese Menge die Zersetzung des unveränderten Eiweisses beeinflusst werden. Denn die absolute Grösse des Eiweissumsatzes sei durch die im Organismus gebotenen Verhältnisse in jedem Fall gegeben. Seiner Leichtzersetzlichkeit wegen zerfalle nun aber das vorhandene Pepton stets zuerst und in seiner Gesammtheit. Es bleibe also für das Eiweiss ein um so kleinerer Antheil für die Zersetzung zurück, je mehr Pepton vorhanden sei. Das Pepton sei also zwar kein Material, aus dem Zellen entständen, aber es habe trotzdem in so fern eine physiologische Bedeutung, als es wie das Fett und die Kohlenhydrate einen bestimmten Antheil des Körperalbumins vor dem Untergang schütze. In dieser Eigenschaft gleiche es dem Leim, der ebenfalls nur Eiweiss „erspare", aber zur Bildung der Gewebe nichts beitrage[2]).

Voit, dessen Arbeiten das Verständniss der Stoffwechselvorgänge im Thierkörper angebahnt haben, hat diese Ansicht über das Pepton nicht aus experimenteller Erfahrung geschöpft. Er hat sie vielmehr auf Grund der Thatsache aufgestellt, dass man Pepton nirgends habe in den Säften wiederfinden können[3]). Diese Thatsache sah er, wie schon erwähnt, als die Folge des durch rapiden Zerfall des Peptons veranlassten schnellen Verschwindens desselben in den Säften an. Und er fand in dieser Vermuthung durch Fick[4]) insofern eine Unterstützung, als dieser Forscher in dem alkoholischen Extract von Blut, in

[1]) Voit, Zeitschrift für Biologie. Bd. VIII. 1872. S. 358.

[2]) Voit, Ebenda. Bd. VIII. 1872. S. 238, 356, 387 u. a. a. O.

[3]) Vergl. Diakonow a. a. O. und Plósz und Gyergyai, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. X. 1875. S. 553.

[4]) Arch. f. d. ges. Phys. Bd. V. 1872. S. 40.

welches, während es im lebenden Thier kreiste, durch Alkohol gefälltes Pepton injicirt worden war, eine Vermehrung von durch Quecksilbernitrat fällbaren Produkten erhielt.

Maly [1]) hat indessen bereits darauf hingewiesen, dass auch Pepton in geringer Menge in Alkohol übergeht, und dass daher jenes Quecksilberpräcipitat des Blutes ebensowol Pepton, als harnstoffähnliche Substanz gewesen sein kann.

Wenn man überdies auf Grund der oben gemachten Erfahrung, dass das Pepton in den Säften die Bedingungen der Fällbarkeit — in der Kälte — wiederfindet, die gewiss nicht zu kühne Hypothese aufstellt, dass der Organismus, der so wunderbar schöpferisch wirkt, auch die Macht besitzen werde, das Peptonmolekül wieder zu verdichten und es so vollends in Eiweiss zurückzuverwandeln, wie er es früher bei der Bildung aus Eiweiss gelockert hatte; so wird man durch eine solche Rückmetamorphose das Fehlen des Peptons in den Säften kaum weniger gut erklären, als durch die Voraussetzung, dass es daselbst zerfalle und aus diesem Grunde nicht wiedergefunden werde.

Gegen diese letzte Voraussetzung spricht übrigens ein wichtiger Umstand. Nimmt man nämlich an, dass nur das unveränderte Eiweiss zur Gewebsbildung dient, dass das peptonisirte dagegen unbenutzt zerfällt, so muss man behaupten, dass der Organismus seinen Bedarf an gewebsbildender Substanz dadurch deckt, dass er von dem genossenen Eiweiss nur einen geringen Theil verdaut, den grössten Theil dagegen unverändert lässt. Aus früher Gesagtem geht jedoch hervor, dass gerade das Gegentheil zutrifft. Wenn das der Fall ist und wenn das Pepton weiter als unbrauchbares Material angesehen werden soll, so wird es sich fragen, ob eine so spärliche Quelle von Eiweiss, wie sie nun im Organismus zurückbleibt, den Anforderungen des Ersatzes verbrauchter Gewebe im Thierkörper genügt und namentlich, ob sie im Stande ist, denjenigen gerecht zu werden, welche ein junger, sich entwickelnder und wachsender Organismus beansprucht.

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. IX. 1874 S. 605.

So treten unaufhörlich neue Zweifel und neue Bedenken in den Vordergrund, die die theoretische Betrachtung sich ausser Stande sieht, endgiltig zu lösen. Und immer weisen sie wieder auf die Nothwendigkeit des direkten Versuches hin.

Plósz [1]) hat das Verdienst, nicht nur diese Nothwendigkeit erkannt, sondern auch über den Werth des Peptons im Stoffwechsel zuerst das physiologische Experiment befragt zu haben.

Damit wir selbst in den Stand gesetzt werden, das Ergebniss seiner und anderer Versuche richtig zu würdigen und damit wir die Fragen erkennen, welche dieselben noch offen gelassen haben, müssen wir zunächst einen Blick auf die Resultate werfen, welche die Wissenschaft über die Bedeutung des Eiweisses im lebenden Organismus im Laufe der Zeit gewonnen hat.

B. Der Eiweissumsatz.

Im Organismus des lebenden Thieres findet ununterbrochen auch unabhängig von der Nahrung Harnstoffbildung statt. Es folgt daraus, dass der Lebensprocess unaufhaltsam Eiweiss verbraucht.

Liebig [2]) hielt die organisirten lebenden Gewebe für die einzige Quelle dieses Verbrauches. Er konnte sich „für den Process der Ernährung keinen grösseren Widerspruch denken, als wenn vorausgesetzt würde, dass der Stickstoff der Nahrung anders in den Harn als Harnstoff gelangte, als nachdem er vorher Bestandtheil der lebenden Gewebe geworden war“. Diesen Zerfall der organisirten Materie sah er als die Folge der Thätigkeit der Organe an, — allerdings nicht als eine so mechanische, wie sie sich Frankland vorstellte, der die Organe des Körpers mit den Walzen und Rädern einer sich abnutzenden Maschine verglich. Weil er aber lehrte, dass die Organe in demselben Verhältniss, als sie zerfielen, Ersatz in dem sich schnell organisirenden Eiweiss der Nahrung fänden, nannte er das Eiweiss

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. IX. 1874. S. 323.

[2]) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1870. Bd. 153. S. 167 u. 206. — Vrgl. auch Thierchemie 1842.

ein plastisches Nahrungsmittel. Die stickstofflosen Kohlenhydrate und Fette dagegen bezeichnete er als respiratorische Nahrungsmittel, weil sie nichts zur Darstellung der organischen Formen beitrügen und nur zum Zweck der Wärmeentwickelung durch Oxydation verbraucht würden.

Anderen Forschern fiel indessen bald ein grosser Unterschied im Eiweissverbrauch der Fleisch- und der Pflanzenfresser auf, der durch entsprechende Differenzen in den Leistungen beider Thierklassen nicht erklärt werden konnte. Da man gleichzeitig den Eiweisszerfall, den Bischoff[1]) am ausgeschiedenen Harnstoff zu messen gelehrt hatte, sich nach der Grösse des Eiweissgenusses richten, ihn steigen sah bei vermehrter Eiweisseinnahme auch ohne erhöhte Thätigkeit der Organe und sinken trotz gesteigerter Arbeit bei verminderter Eiweissnahrung; so wurde man veranlasst, die Liebig'sche Lehre vom Stoffwechsel, worunter man nur den Ersatz der verbrauchten Körpersubstanz durch das Eiweiss der Nahrung verstand, zu corrigiren und zu erweitern.

Zum Wiederaufbau der abgenutzten Körpersubstanz sollte nunmehr nur ein Theil der vom Fleischfresser verzehrten Eiweissmenge nothwendig sein. Man hielt für diesen Zweck denjenigen Theil derselben für ausreichend, welcher der relativ kleinen Gesammteiweisszufuhr des Pflanzenfressers gleich käme. Von dem nach Abzug dieses Theiles zurückbleibenden Rest der Eiweissnahrung glaubte man, dass derselbe nicht mehr organisirt würde, sondern direkt ins Blut gelangte und hier nutzlos zerfiele. Und weil man einen solchen Zerfall nicht organisirten, todten Albumins ohne vorausgehende Organisation für eine Verschwendung hielt, nannte man ihn Luxusconsumtion. Lehmann[2]), Frerichs[3]), Bidder und Schmidt[4]) waren die Vertreter dieser Lehre.

---

[1]) Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. Giessen 1853.

[2]) Wagner's Handbuch der Physiol. Bd. II. 1844. S. 18.

[3]) Archiv f. Anat. u. Physiolog. 1848. S. 469. — Wagner's Handwörterbuch der Physiolog. Bd. III. 1846. S. 730.

[4]) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau 1852.

Selbstverständlich erschien es nun von hohem Interesse, die Grenze festzustellen, an welcher der Eiweissverbrauch gerade den nothwendigen Bedarf deckt und dem überflüssigen Consum entgeht. Man einigte sich darin, dass die Grösse der Eiweisszersetzung beim Hunger das Maass abgebe für diesen sogenannten „reinen" Stoffwandel. Der Pflanzenfresser befände sich in einem solchen reinen Stoffwechsel, da er gerade so viel Eiweiss verzehre, als er beim Hungern zersetze. Dagegen leide der Fleischfresser an einer Luxusconsumtion.

Voit[1]) hat die Lehre von der Luxusconsumtion zuerst einer experimentellen Prüfung unterworfen.

Er suchte deshalb vor Allem die Grösse des beim Hungern stattfindenden Eiweisszerfalles kennen zu lernen. Dabei fand er die merkwürdige Thatsache, dass dieselbe in den ersten Tagen des Hungerns in keiner bestimmten Beziehung zur Körpermasse der Thieres stand und dass sie in dieser Zeit das Vier- bis Vierzehnfache dessen betragen konnte, was sich später zersetzte. Denn er sah einen Hund von 20 Kilo Fleisch am Körper eine Harnstoffmenge ausscheiden, die in den ersten Hungertagen einem Fleischquantum von 0,5 bis 2,5 Kilo, in den späteren dagegen einem solchen von nur 164,0 Grms. entsprach. Daraus schloss Voit, dass die Zersetzung in den ersten Tagen des Hungerns von der demselben voraufgehenden Eiweissnahrung abhängig sei, die der späteren Tage dagegen von dem Eiweiss der organisirten Gewebe selbst. Jenes werde während es in den Säften ströme, leicht zersetzt; dieses böte der Zersetzung lange Trotz und käme erst dann an die Reihe, wenn das circulirende Eiweis verbraucht sei.

Als diese Thatsachen, in denen die Voit'sche Lehre vom circulirenden und vom organisirten Eiweiss ihre wichtigsten Stützen gefunden hat, feststanden, versuchte Voit Thiere mit derjenigen Eiweissmenge zu ernähren, welche sie an späteren Hungertagen zersetzten und welche nach der Lehre von der Luxusconsumtion für die Erhaltung des Körperbestandes ausreichen sollte. Dieser Versuch misslang. Die Thiere nahmen

[1]) Zeitschrift f. Biologie. Bd. III. 1867. S. 21 ff.

trotz der bezeichneten Eiweissnahrung unaufhaltsam an Körpergewicht ab und gingen endlich nicht viel später zu Grunde, als wenn ihnen jede Nahrung ganz entzogen worden wäre. Das dargereichte Eiweiss blieb nämlich im hungernden Organismus nicht zurück. Es erfuhr hier vielmehr das Schicksal alles circulirenden Albumins, zum grössten Theil zersetzt und aus dem Körper ausgeschieden zu werden. Der kleine Rest, der diesem Schicksal entging, hielt den Zerfall der Gewebe nur wenig auf und musste durch vermehrte Eiweisszufuhr nach und nach bis zu einer so beträchtlichen Grösse gesteigert werden, dass er in manchen Fällen 5 pCt. des Organisirten [1]) betrug. Erst dann war er im Stande, dem Gewebszerfall die Wage zu halten und zu bewirken, dass die Menge des verbrauchten Eiweisses der des genossenen gleich kam. Der Organismus war nun vor Selbstzersetzung geschützt und hatte den Zustand erreicht, welchen Voit als Stickstoffgleichgewicht bezeichnet.

Jede Zufuhr von Eiweiss, welche über die Bedürfnisse des Stickstoffgleichgewichtes hinaus ging, bewirkte in einem durch Hunger herabgekommenem und daher des Wachsthums fähigen Organismus eine Aufspeicherung von Eiweiss und in Folge davon Zunahme des Körpergewichtes. Da aber von dem retinirten Eiweiss sich nur der kleinere Theil organisirte, der grössere dagegen den Vorrath des circulirenden und dem entsprechend auch die Anforderungen an die Zersetzung steigerte; so musste selbstverständlich, wenn der jeweilige Bestand des Körpers erhalten werden sollte, auch die Eiweisszufuhr fortdauernd gesteigert werden, oder es musste umgekehrt die Zunahme des Körpergewichtes nach und nach immer kleiner werden und schliesslich aufhören, wenn die Eiweisszufuhr dieselbe blieb. Es ist daraus ersichtlich, wie sich der Organismus schliesslich mit jeder Eiweissquantität in das Stickstoffgleichgewicht setzt, solange begreiflicher Weise diese Quantität empirisch festgestellte Grenzen einhält [2]).

[1]) Vrgl. Voit: Zeitschrift f. Biologie. Bd. V. 1869. S. 350.

[2]) Voit: Ebenda. Bd. III. 1867. S. 24. „Das Maximum von reinem Fleisch, mit dem sich der im Mittel 35 Kilo schwere Hund am Tage schliesslich in das Stickstoffgleichgewicht zu setzen vermochte, waren 2500 Gramms, ent-

So erwies sich das beim Hungern zersetzte Eiweissquantum als für den Unterhalt des Körpers nicht genügend. Je nach der Beschaffenheit desselben war vielmehr das Zweiundeinhalb- bis Sechsfache dieser Grösse [1]) für den erwähnten Zweck erforderlich.

Voit vergleicht deshalb die Erhaltung des Körpers mit der eines Feuers [2]). Das Feuer, sagt er, kann sich in seiner absoluten Stärke nur erhalten, wenn es zu jeder Zeit diejenige Menge von Brennmaterial verzehrt, welche es auf der Höhe seiner Intensität verbraucht. Ein solcher Verbrauch aber ist kein Luxus. Denn von der Intensität des Feuers hängt seine Wärme- und Lichtkraft ab. Auch die Leistungsfähigkeit eines Organismus bestimmt sich nach der Grösse seines Eiweissverbrauches. Die Arbeit nicht auszuführen, zu der dieser Verbrauch befähigt, — erst das ist Luxus.

C. Der Werth des Peptons im Stoffwechsel.

Um die Frage zu beantworten, ob Pepton für den Organismus noch Eiweisswerth besitzt, bestimmte Plósz [1]) das von einem 10 Wochen alten und 1302 Gramms schweren Hündchen täglich nach freiem Willen aufgenommene Quantum von Milch, analysirte dasselbe und ersetzte in einer nach Art der Milch aus Traubenzucker, Fett und Salzen zusammengesetzten Nährflüssigkeit das Eiweiss durch Pepton, das aus künstlich verdautem Fibrin bereitet worden war.

Während einer 18tägigen Versuchsdauer hatte das Thier

---

sprechend 548 Gramms trockenen Eiweisses; 2600 Gramms Fleisch war er noch im Stande zu verdauen, er setzte aber 120 Gramms davon an: 2900 verdaute er nicht mehr, es trat häufig Erbrechen und Diarrhoe mit Entleerung von unverändertem Fleisch ein. Die untere Grenze, die kleinste Menge an Eiweiss, mit welcher das Stickstoffgleichgewicht eintritt, ist verschiebbar. Bei reichlichem Vorrath steht sie höher, bei weniger reichlichem tiefer. Aber auch beim herabgekommensten Zustand ist es bei dem am meisten benutzten Hund nicht möglich gewesen, ihn mit einer unter 408 Gramms fallenden Fleischmenge auf dem Gleichgewicht zu erhalten.

[1]) Voit: A. a. O. Bd. III. S. 29 – 31.

[2]) Derselbe: Ebendas. S. 36.

[3]) A. a. O.

567 Gramms Pepton, 422 Gramms Zucker und 309 Gramms Fett genossen und dabei sowohl an Körpergewicht als an Körperlänge zugenommen. Das Körpergewicht war in den ersten Tagen langsam und in den letzten schneller (?), im Ganzen um 501 Gramms gewachsen.

Plósz zweifelt nach diesem Ergebniss nicht daran, dass das Pepton Stickstoffansatz bewirkt habe und schliesst, „dass," da er das Pepton für ein Zersetzungsprodukt des Albumins hält, „nicht das Eiweiss, sondern die Zersetzungsprodukte desselben die kleinsten stickstoffhaltigen Moleküle darstellen, womit der Thierkörper sich zu ernähren im Stande ist".

Aehnlich verfuhr Maly[1]). Er benutze als Versuchsobjekt eine Taube, deren „Lebendgewicht" er zunächst bei mehrtägiger Fütterung mit einer bestimmten Gewichtsmenge Weizen feststellte. Dann gab er dem Thier an Stelle des Weizens ein Körnerfutter, das nach Art des Weizens künstlich aus Stärke, Fett, Salzen, Gummi und Wasser bereitet worden war und das als Ersatz für das Eiweiss Fibrinpepton enthielt.

Regenerirte sich nun Pepton zu Eiweiss, so musste bei diesem Futter eine ausreichende Ernährung stattfinden. Dann war es nöthig, dass sich das Thier auf seinem Gewicht erhielt. War dagegen das Pepton zu dieser Regeneration nicht geeignet, so musste das Thier in einen partiellen Hunger verfallen, Körpersubstanz einbüssen, an Gewicht verlieren und unter den Erscheinungen des Eiweisshungers zu Grunde gehen.

Es stellte sich heraus, dass die Taube, die bei täglicher Fütterung mit 12,0 Gramms Weizen 332,0 bis 335,8 Gramms wog, ein zwischen 327,0 und 335,5 Gramms schwankendes Körpergewicht behielt, wenn in fünf- bis achttägigen Versuchsreihen die Hälfte bis drei Viertel des Weizens durch Peptonkost ersetzt worden war. Die Taube wog 331,5 bis 333,0 Gr., wenn sie täglich 14,0 Gr. Weizen verzehrte, und 329,0 bis 334,2 Gramms, wenn in vier- bis elftägigen Versuchsreihen der Weizen in derselben Weise durch Peptonfutter ersetzt worden

[1]) A. a. O.

war. Als im Verlauf von 13 Tagen allmählich alles Eiweiss der Nahrung durch Pepton verdrängt worden war, stieg das Gewicht der Taube von 329,0 auf 332,0 Gramms und endlich bei derselben Versuchsanordnung während 12 Tagen von 360,0 auf 363,0 Gramms, also wieder um 3,0 Gramms.

Nach diesen Erfahrungen hielt es Maly für bewiesen, dass das Pepton mehr leiste, als Eiweiss und jedenfalls ein zu Eiweiss reconstruirbares, organisationsfähiges Produkt sei.

Später stellten Plósz und Gyergyai[1]) noch einen Stoffwechselversuch mit Pepton an einem Hunde an.

Das Thier wog im Beginn 2753,0 Gramms. Nachdem es bei reiner Wasserdiät einen Abfall seines Körpergewichtes bis auf 2531,0 Gramms erlitten hatte, erhielt es eine Lösung von Zucker, Stärke und Fett, in der auf 100 Theile 5 Theile aus Fibrin dargestellten und von allem Fällbaren befreiten Peptons kamen. Von dieser Lösung wurden dem Hunde während sechs Tagen ungefähr 400,0 Gr. täglich gereicht. Er hatte im Ganzen 14,451 Gramms Stickstoff eingenommen, aber im Harn und Koth nur 13,463 Gramms Stickstoff ausgeschieden. Es waren also 0,988 Gramms Stickstoff im Körper des Thieres während der Dauer des sechstägigen Versuches zurückgeblieben. Gleichzeitig fand eine Körpergewichtszunahme um 259,0 Gramms statt.

Diese Gewichtzunahme wird verbunden mit der Stickstoffretention als erneuter Beweis für den Nährwerth des Peptons angesehen.

Alle bisher angestellten Versuche haben demnach gemeinschaftlich eine während der Fütterung mit Pepton stattfindende Körpergewichtszunahme der Thiere festgestellt. Man muss dann allerdings den Zuwachs von 3,0 Gramms bei der Malyschen Taube, der in den Grenzen der natürlichen Körpergewichtsschwankungen lag, ebenfalls als einen solchen gelten lassen. Sehen wir indessen von dem letztgenannten Umstand ab, so muss uns doch ein kritischer Einblick in die Forderungen eines Stoffwechselversuches die Ueberzeugung gewähren, dass

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. X. 1875. S. 536.

zunächst die Resultate der beiden zuerst erwähnten Fütterungsreihen mit Pepton ein sicheres Urtheil über dessen Nährwerth durchaus nicht zulassen und noch viel weniger über das Verhältniss dieses Werthes zu dem des unveränderten Albumins. Denn, wenn wir die Salze und Kohlenhydrate als nicht in's Gewicht fallende Bestandtheile der Gewebe ausser Acht lassen, so bleiben immer noch drei sehr mächtige Faktoren übrig, welche das Körpergewicht eines Thieres bestimmen: Fett, Eiweiss und Wasser. Jeder dieser Bestandtheile kann für sich das gesammte Körpergewicht beeinflussen. Es ist daher selbstverständlich, dass man umgekehrt eine Körpergewichtsänderung nur dann einem bestimmten dieser drei genannten Faktoren wird zuschreiben können, wenn man die Betheilung der beiden andern mit Sicherheit ausgeschlossen hat. Ferner besitzen die thierischen Gewebe ein dem Wasser nahezu gleiches specifisches Gewicht[1]). Es kann also vorkommen, dass ein Thier eine Zeit lang Körpergewichtsconstanz bewahrt, während sich im Innern desselben grosse Veränderungen vollziehen und einzelne der bezeichneten Gewebsbestandtheile zu Gunsten oder auf Kosten der anderen an Gewicht ab- oder zunehmen. — Dem Umstande zu Folge, dass das Wasser zwei Dritttheile des gesammten Körpers ausmacht, dass es mit der Temperatur desselben und derjenigen der Umgebung, mit der Ex- und der Perspirationsgrösse, mit der Secretion und der Aufnahme von Wasser u. s. w. schon physiologisch innerhalb weiter Grenzen sich ändert, sind Modifikationen des Körpergewichtes die häufigste Folge von Schwankungen im Wassergehalt seiner Gewebe. Es durchkreuzen letztere bei Thieren alle möglichen Verhältnisse ihrer Ernährung und ihres Stoffwechsels und können so beträchtlich werden, dass sie nach den reichen Erfahrungen Voit's[2]) bei starkem Fleischansatz Abnahme und bei Fleischverlust während des Hungerns Zunahme des Körpergewichts zu bewirken im Stande sind.

Daraus ist ersichtlich, wie fehlerhaft es ist, das Verhalten

[1]) Vergl. Adamkiewicz, Arch. f. Anat. u. Physiolog. 1875. S. 250.
[2]) Zeitschrift f. Biolog. Bd. II. 1866. S. 345 u. Bd. III 1867. S. 67.

des Körpergewichtes allein als Kriterium der Ernährungsvorgänge im Thierkörper zu benutzen und wie Voit berechtigt ist, vor der alleinigen Verwerthung von Körpergewichtsbestimmungen bei Stoffwechselversuchen immer wieder auf das Ernsteste zu warnen.

Man könnte zur Vertheidigung der angeführten Versuche hervorheben, dass, wollte man auch von dem Verhalten des Körpergewichtes der Versuchsthiere absehen, weder der junge Hund von Plósz 18 Tage, noch die Taube Maly's 12 Tage gelebt haben würden, wenn ihnen in dieser langen Zeit das nöthige Eiweiss nicht durch das Pepton ersetzt worden wäre. Allein dieser Einwurf vermag sich nicht über die Grenzen einer allgemeinen Wahrscheinlichkeit zu erheben, da Chossat[1]) ausgewachsene Tauben bei absoluter Carenz 13 Tage am Leben erhielt und da nach den Angaben Bibra's[2]) Fleischfresser 18 Inanitionstage vertragen, während die Thiere von Plósz und Maly jedenfalls doch stickstoffhaltige Kost erhielten. War es doch möglich, dass das Pepton bei diesen Fütterungen, wie Voit es annimmt, die Rolle von Leim gespielt, dadurch nach Art des Fettes und der Kohlenhydrate den Körper der Versuchsthiere vor grösseren Stickstoffverlusten geschützt und so deren Inanition verzögert habe. — Ueber alle diese Punkte geben die Versuche nicht die geringste Auskunft.

Sicheres Urtheil über die innern Stoffwechselvorgänge bei Fütterung mit Pepton können nur Untersuchungen geben, welche nach den von Voit aufgestellten Principien ausgeführt werden. Diese aber schreiben vor, die Einnahme und die Ausgabe der Elemente der Nahrung eines Versuchsthieres mit einander zu vergleichen und die Ergebnisse dieses Vergleichs durch das Verhalten des Körpergewichtes der Thiere zu controliren.

Wenn der Stickstoff der Nahrung dasjenige Element ist, dessen Schicksal unter gegebenen Verhältnissen, wie bei der vorliegenden Frage über den Nährwerth des Peptons, im thierischen Körper verfolgt und festgestellt werden soll: so ist zu erwägen,

[1]) Sur l'inanition.

[2]) Untersuchungen über das Gehirn. 1854. S. 132.

dass man dieses Schicksal aus den Einflüssen erkennt, welche eben dieser Stickstoff der Nahrung auf den jeweiligen Stickstoffumsatz im Körper ausübt. Es ist nun selbstverständlich, dass, wenn man die Einflüsse auf den Stickstoffumsatz kennen lernen will, man zunächst die Grösse selbst kennen muss, die durch diese Einflüsse geändert werden soll. Denn die Aenderungen dieser Grösse sind es, welche man sucht.

In der einzigen von Plósz und Gyergyai nach Voit's Principien ausgeführten Versuchsreihe mit Pepton ist diese Forderung unberücksichtigt geblieben. Man liess dort einen Hund hungern bis er deutlich an Körpergewicht abgenommen hatte. Dann fütterte man ihn mit Pepton und fand, dass er weniger Stickstoff ausschied, als er im Pepton erhalten hatte. Da zu gleicher Zeit das Körpergewicht des Thieres gewachsen war, so hielt man die mit dem Stickstoff nachgewiesene Peptonretention für die Ursache der Körpergewichtszunahme.

Dieser Schluss war nicht berechtigt. Denn das Versuchsthier hatte während sechs Tage im Ganzen nur 0,988 Grms. Stickstoff aufgespeichert und dabei um 259,0 Grms. an Körpergewicht zugenommen. Wir wollen nicht untersuchen, ob eine Retention von 0,988 N ausserhalb der Fehlergrenzen lag. Jedenfalls entsprach sie, wenn man mit Voit[1]) im frischen Fleisch 3,4 pCt. N annimmt, nur einer Fleischmenge von 29,0 Grms. Bei der gesammten Körpergewichtszunahme von 259,0 Grms. blieb also der relativ gewaltige Rest von 230,0 Grms. übrig, der zum grossen Theil nichts anderes gewesen sein kann, als retinirtes Wasser. Ob an dieser Körpergewichtszunahme das Organeiweiss einen Antheil hatte, welches vor der Peptonfütterung im Körper des hungernden Thieres zu Grunde ging und während dieser Fütterung sich ihm vielleicht wieder erhielt, — darüber lässt sich nichts Bestimmtes sagen, da Plósz und Gyergyai die Grösse des Stickstoffumsatzes in ihrem Versuchsthier vor der Peptonfütterung gar nicht kannten und da sie ihn, selbst wenn sie ihn gekannt hätten, nicht hätten verwerthen können, weil sich ihr Versuchsthier nicht im Stickstoffgleichgewicht befand.

[1]) Vrgl. weiter unten.

Es werden diese Andeutungen genügen, den Beweis zu liefern, dass die Frage über den Nährwerth des Peptons noch der Entscheidung harrt, und dass bis jetzt Untersuchungen fehlen, welche eine solche Entscheidung über die Grenzen einer allgemeinen Wahrscheinlichkeit erhoben hätten.

Bedingungen, Anordnung und Aufgaben des Versuches.

Bis zu den Zeiten Voit's herrschte in der Physiologie des Stoffwechsels die Lehre vom Stickstoffdeficit. Boussignault[1]), Barral[2]), Lehman[3]), auch noch Bischoff[4]) konnten nämlich die in der Nahrung enthaltene Stickstoffmenge im Harn und Koth nicht wiederfinden und sahen sich in Folge dessen veranlasst, anzunehmen, dass ein Theil des Stickstoffs den Körper als Gas bei der Respiration verlasse. Und doch hatte schon Lavoisier[5]) im Jahre 1789 der Pariser Akademie berichten können, dass der Stickstoffgehalt der Luft durch das Athmen der Thiere keine merkliche Aenderungen erleidet, und hatten die Untersuchungen von Regnault und Reiset[6]) gegenüber denen von Dulong[7]) und Despretz[8]) die Angaben Lavoisier's unterstützt.

Bidder und Schmidt[9]) war es endlich gelungen, den gesammten Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth wiederzufinden. Allein erst Voit konnte zeigen, dass diese Gleichheit ein Produkt ganz bestimmter Körperzustände und Ernährungsverhältnisse ist, — derjenigen, welche das Zustandekommen des Stickstoffgleichgewichtes charakterisiren.

[1]) Ann. de Chem. et de Phys. T. 61. 1839. p. 125.
[2]) Ebenda. Sér. 3. T. 25. p. 129.
[3]) Journal f. pract. Chem. 1842. Bd. 27. S. 257.
[4]) Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. Giessen 1853.
[5]) Mem. de l'Acad. des sciences de Paris. 1789.
[6]) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73.
[7]) Ann. de Chem. et de Phys. Sér. 3. T. 1. 1841. p. 452.
[8]) Ebenda. 1824. Sér. 2. T. 27.
[9]) Die Verdauungssäfte u. d. Stoffwechsel. 1852.

Mit dem Nachweis, dass der gesammte Stickstoff der Nahrung sich im Harn und Koth wiederfindet, und dass dieses Wiedererscheinen nur von körperlichen Ernährungsverhältnissen abhängt, ist auch der Beweis geliefert worden, dass, wenn auch die Respirationsluft Stickstoff enthält[1]), die gasförmige Ausscheidung dieses Gases keine physiologische Rolle spielen kann.

Wir haben daher in der durch Harn und Koth ausgeschiedenen Stickstoffgrösse ein Maass für den im Organismus stattfindenden Stickstoffumsatz und in dem Stickstoffgleichgewicht denjenigen Körperzustand, in welchem dieser an sich so ausserordentlich variable Faktor constant ist.

Da nun jeder Stoffwechselversuch aus den bereits erörterten Gründen von der Grösse des jeweiligen Stoffumsatzes ausgehen muss und mit diesem Umsatz als mit einem nicht nur bekannten, sondern auch während der Dauer des Versuches constanten Faktor zu operiren genöthigt ist; so ist das Stickstoffgleichgewicht derjenige Körperzustand des Versuchsthieres, den jeder auf den Stickstoffumsatz sich beziehende Stoffwechselversuch voraussetzen muss.

Für das physiologische Experiment, das den Nährwerth einer stickstoffhaltigen Substanz feststellen will, ist es nun aber von grosser Wichtigkeit, nicht nur, dass der Stickstoffumsatz während der Dauer des Experimentes ein constanter sei, sondern dass auch das Thier in einem Zustand sich befinde, bei welchem es für den Ansatz von Körpersubstanz sehr empfänglich und ebenso für Eingriffe in seine Ernährungsverhältnisse sehr empfindlich sei.

Das ist der Fall in der späteren Periode einer Reihe von Hungertagen. Hier, wo das circulirende Eiweiss verbraucht ist und das organisirte zu zerfallen im Begriff steht, ist die absolute Eiweisszersetzung im Körper, weil das Organeiweiss der Zersetzung hartnäckig widersteht, sehr gering. Jede Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung findet demnach eine kleine Grösse vor,

[1]) Seegen und Nowak, Sitzungsberichte der Akad. der Wissenschaften zu Wien. Math.-phys. Klasse. III. Abth. 1875. S. 12.

die sie zu verändern hat und im Verhältniss zu welcher sie selbst grosse Aenderungen in den Eiweissbestand des Körpers einführt. Dadurch ruft sie erhebliche Ausschläge im Stickstoffumsatz desselben hervor, — und der Organismus erscheint nun in derselben Weise für Stoffwechselversuche empfindlich, wie eine Wagschale empfindlich wird, wenn sich die Masse, also auch das Trägheitsmoment, ihrer wägenden Schalen verringert hat.

Ein solcher durch Inanition erzeugte „Hungergleichgewichtszustand," bei welchem selbstverständlich von einer Gleichheit der Einnahmen und der Ausgaben an Stickstoff nicht mehr die Rede ist, begrenzt sich nun aber in seiner Dauer wegen zunehmender Erschöpfung der Thiere selbstverständlich sehr eng. Deshalb wurde in den folgenden Versuchsreihen diesem Uebelstand dadurch vorgebeugt, dass der Hungergleichgewichtszustand durch Darreichung einer unausreichenden Nahrung modificirt[1]) wurde. Das zu den Stoffwechselversuchen bestimmte Thier musste zunächst einige Tage hungern, bis eine deutliche Abnahme seines Körpergewichtes den Beginn des Gewebszerfalles anzeigte. Dann erhielt es, je nachdem es erforderlich war, gemischtes Futter oder reines Fleisch in unausreichender Menge. Der Zerfall der Gewebe wurde dadurch nicht aufgehoben, sondern nur beschränkt. Erst wenn sich der dieser Nahrung entsprechende Körperzustand herausgebildet hatte und die Grösse des täglichen Eiweissumsatzes ein und dieselbe geworden war, fanden die Fütterungen mit Pepton statt.

Bei der Anordnung der Versuche, bei den Fütterungen des Thieres, bei allen von den Versuchen geforderten Messungen und Bestimmungen wurden die von Voit[2]) als nothwendig erkannten und gegebenen Regeln befolgt, auf die hier nur verwiesen werden kann.

Das Versuchsthier war ein grosser männlicher Hund von 33 Kilogramms. Voit hat darauf aufmerksam gemacht, dass kleine Thiere sich für Stoffwechselversuche nicht eignen, weil sie ihrer Unzuverlässigkeit wegen mannichfache Fehlerquellen

[1]) Vrgl. Voit, Zeitschrift f. Biolog. Bd. III. 1868. S. 55.
[2]) Ebenda. Bd. I. 1865. S. 69.

bedingen. Das Thier war zunächst auf das Vortrefflichste abgerichtet worden, den Harn zu bestimmten Tageszeiten in ein ihm untergehaltenes Glas und den Koth in eine Schaale zu entleeren. Während der Nacht fand weder Harn- noch Kothentleerung statt. Zur Fütterung diente reines, in wässriger Lösung vollkommen neutral reagirendes und mit allen überhaupt denkbaren Cautelen in der bereits geschilderten Weise dargestelltes Pepton. Dasselbe war vorher im Verlauf geraumer Zeit aus mehreren Centnern frisch vom Blut ausgeschiedenen Fibrins im Vorrath bereitet worden.

Das Pepton wurde als Trockensubstanz bestimmt, dann in Wasser aufgelöst und mit den nothwendigen Zusätzen dem Hund gereicht. Mit besonderer Sorgfalt wurde darauf geachtet, dass in dem täglichen Futter der einzelnen Reihen Wasser und als Vertreter der anorganischen Salze dargebotenes Kochsalz in stets denselben Mengen vertreten waren. Denn beide sind auf die Bildung und Ausscheidung des Harnstoffs nicht ohne Einfluss. Schon Kaupp [1]) hat die Harnstoffausscheidung nach Kochsalzgenuss steigen sehen. Bischoff [2]) und Voit [3]) haben dasselbe nicht nur für Kochsalz, sondern auch für Wasser feststellen können. Der Letztere schreibt die grosse Zersetzung des circulirenden Eiweisses zum Theil dem Umstande zu, dass es sich beim Passiren der geformten Gebilde in den Gewebsinterstitien sehr fein vertheilt. Von einer solchen Vertheilung, wie sie beispielsweise auch bei der Capillarattraction stattfinde, sei es bekannt, dass sie selbst chemische Verbindungen löse. Das Wasser verstärke den intermediären Kreislauf, und das Kochsalz wirke vermöge seiner Hygroscopicität wie ein Pumpwerk, das jene intermediäre Strömung unterhalte. Durch Aufnahme von Kochsalz und Wasser werde daher die

[1]) Arch. f. physiol. Heilkunde. 1855. S. 385.

[2]) Der Harnstoff u. s. w. S. 20, 111, 113, 143.

[3]) Ztschrft. f Biol. II. S. 333; V. S. 330. Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegung auf den Stoffwechsel. München 1860. S. 63.

Bewegung der Parenchymflüssigkeit im Körper gesteigert und dem entsprechend auch der Umsatz von Eiweiss vermehrt.

Die Beurtheilung der Fütterungsergebnisse musste vor Allem vor den Mängeln subjectiver Deutungen geschützt werden. Ich glaubte das durch nichts sicherer erreichen zu können, als dadurch, dass ich zu jeder Fütterung mit Pepton eine entsprechende Fütterungsreihe mit unverändertem Eiweiss anstellte. Der Vergleich der Resultate beider Parallelreihen war allein geeignet, das Verhalten des Peptons zum Eiweiss objectiv darzustellen und es scharf hervorzuheben.

Der Hund sass nicht im Käfig, sondern lag im Laboratorium frei an der Kette. Hier hatte ich ihn tagüber vor Augen. Er erhielt sein Futter täglich nur ein Mal, morgens zwischen acht und neun Uhr, und verzehrte dasselbe stets bis auf die letzten Spuren. Den Harn sammelte ich in Zeiträumen von 24 Stunden von einer Fütterung bis kurz vor der Fütterung des nächstfolgenden Tages. An letzterem wurde er analysirt. Während des Sammelns befand sich der Harn an einem kühlen Ort. Der Koth wurde unmittelbar nach der Entleerung gewogen, dann getrocknet und für den ganzen Zeitraum der Versuchsreihe gesammelt und analysirt. Um ihn genau abzugrenzen fand ich es vortheilhaft, den Hund am Anfang und am Ende jeder Reihe einen kleinen Badeschwamm verschlucken zu lassen. Derselbe erschien in den Fäces an den gewünschten Stellen prompt wieder. Eine solche Massnahme war um so nothwendiger, als namentlich bei reiner Eiweisskost der spärlich gebildete Koth sehr unregelmässig und spät, häufig erst nach mehreren Tagen, entleert wurde.

Im Koth bestimmte ich den Stickstoff nach Dumas volumetrisch durch Verbrennen der Trockensubstanz mit Kupferoxyd, im Harn dagegen nach der Methode von Seegen als Ammoniak, indem ich ihn durch Glühen mit Natronkalk zersetzte. Das Gas wurde in vorgelegter Schwefelsäure aufgefangen und mit Natronlauge titrirt.

Einige Vorversuche prüften und stellten die Zuverlässigkeit dieser Methode fest. Es war in 5 C.-C. einer

Harnstofflösung von	Ammoniak berechnet	gefunden
1 : 10	0,266	0,2635
0,5 : 10	0,133	0,1377

Jede durch Analyse gefundene Zahl wurde erst dann verwerthet, wenn sie durch Controlanalysen bestätigt worden war, so dass alle in der Folge angeführten Stickstoffzahlen immer Mittelwerthe aus mehreren gut übereinstimmenden Analysen sind.

Die Aufgaben, welche sich der Versuch zu stellen hatte, ergeben sich aus den Functionen, welche dem Eiweiss im Organismus des Thieres zukommen.

Voit's Arbeiten haben gelehrt, dass diese Functionen doppelter Art sind.

1. Zunächst liefert das Eiweiss durch seine Zersetzung die lebendigen Kräfte, welche im Innern der Zelle sich in Leben und Leistung umsetzen.

Es gleicht deshalb der Eiweissstrom, wie er in den Kanälen, Spalten und Röhren der Gewebe zur Zelle fliesst, dem Bach, der die Mühle treibt. Und wie die Mühle um so lebhafter arbeitet, je mächtiger die Strömung im Bache ist, um so lebendiger functionirt die Zelle, je reicher der Eiweissstrom ist, der zu ihr zieht. Niemand wird glauben, dass die Art, wie die Mühle arbeitet, auf die Strömung im Bache von Einfluss ist. So kann auch die Art, wie die Zelle arbeitet, nicht den Zufluss von Eiweiss zu ihr bestimmen.

2. Die Zelle, — und hier hört das Gleichniss auf, — verbraucht gleichzeitig das, was von Eiweiss zu ihr gelangt. Sie verbraucht es nicht nur zum Unterhalt ihres Lebens, sondern ferner auch zum Ersatz abgenutzter Körpersubstanz. Und weil sich die Zelle nur wenig abnutzt, dagegen für ihren Unterhalt viel verwendet, so wird von dem genossenen Eiweiss nur wenig organisirt, aber viel zersetzt.

Die Zelle zersetzt das Eiweiss und verbraucht das stickstofffreie Produkt der Zersetzung bei ihrer Thätigkeit. Denn die stickstofffreien Materien sind die Substrate auf deren Kosten der Organismus arbeitet. Enthält deshalb die Nahrung neben Eiweiss von vornherein Kohlenhydrate oder Fett,

so übernehmen diese Stoffe die Rolle jenes stickstofflosen Zersetzungsproduktes und gewinnen dadurch die Bedeutung eigentlicher Vermittler zwischen den beiden Eiweissfunctionen im Körper. Denn die Zelle, die in den Säften stickstofffreies Material vorgebildet findet, hat es nicht mehr nöthig, sich solches Material erst durch Zersetzung von Eiweiss zu bilden. Ein Theil des Albumins, das früher dieses Material hatte liefern müssen, bleibt nun unzersetzt und lagert sich in den Geweben des Körpers ab.

Die Kohlenhydrate und Fette der Nahrung schützen somit Eiweiss vor Zerfall und begünstigen Ansatz und Wachsthum.

Unter den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen ist es nur der Leim, der seiner Leichtzersetzlichkeit wegen mit ihnen diese Eigenschaft theilt und sie in dieser Eigenschaft noch weit überflügelt.

Ob das Pepton für den Organismus die Bedeutung von Eiweiss habe, musste demnach von der Entscheidung der Fragen abhängen,

1. ob auch das Pepton für die thätige Zelle Spannkräfte liefere, wie das unveränderte Eiweiss, d. h., ob es sich nach den für das circulirende Eiweiss giltigen Regeln im Körper zerlegt;

2. ob es wie Eiweiss ein zum Wachsthum und zur Neubildung von Zellen geeignetes Material sei, sich also wie jenes organisire; und endlich

3. ob es nicht dem Leim gleich das Eiweiss vor Zerfall schütze und nur auf diese Weise das Wachsthum der Gewebe begünstige.

a. Pepton als circulirendes Eiweiss.

Der Darmkanal kann auf die Dauer grössere Quantitäten reiner Eiweisssubstanzen nicht vertragen. Es stellen sich nach Genuss derselben sehr bald profuse Darmergüsse ein, die die Thiere leicht erschöpfen. Deshalb durfte in den vorliegenden Versuchen die Menge des täglich und auf einmal gereichten Peptons oder Eiweisses nicht über 60 Gramms gesteigert werden. Nur bis zu diesen Quantitäten konnte ich nach meinen Erfahrungen sicher sein, würde das Dargereichte im Körper normal verarbeitet werden.

Nun liegt es im Wesen des circulirenden Albumins, sich zum grössten Theil zu zersetzen und nur zum kleinsten Theil sich zu organisiren. Bei der geringen Menge von Pepton und Eiweiss, welche das Versuchsthier erhalten durfte, lag daher die Gefahr nahe, dass wegen der massenhaften Zersetzung und wegen des nur geringen Ansatzes des Genossenen das Verhältniss des Angesetzten zum Verbrauchten nicht leicht ein prägnantes werden würde. Ausserdem war es vorauszusehen, dass aus bekannten Gründen der kleine Ansatz überhaupt sehr bald ganz aufhören und dass dann sämmtlicher Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth wiedererscheinen würde.

Damit das Pepton trotz geringer Quantitäten im Organismus die Bedingungen finde, sich dort zum Theil zu zersetzen und zu einem bestimmbaren Theil zu organisiren, führte ich Verhältnisse ein, welche die Zersetzung des Peptons zu Gunsten seines Ansatzes verringern mussten, indem ich mit den Eiweisssubstanzen gleichzeitig stickstofffreies Material verfütterte.

Nach Voit[1]) braucht ein Hund von 33,0 Kilo 450,0 Fleisch und 100,0 Fett, um sich auf seinen Bestand zu erhalten. Mein Hund von 33,4 Kilo erhielt deshalb, nachdem er einige Tage gehungert hatte, folgende unausreichende Nahrung:

I. Parallelreihe.

Einnahme.

Wasser	1500,0	
Gekochte Kartoffeln	400,0 = 2,112[2])	Stickstoff
Pferdefleisch	100,0 = 3,868[3])	„
Fett	65,0	
Kochsalz	25,0	
	Im Ganzen 5,980	Stickstoff.

[1]) Zeitschr. f. Biologie. Bd. II. S. 527.

[2]) Frische Kartoffeln enthalten 75,0 pCt. Wasser und 2,0 pCt. Eiweiss. (Vergl. Ztschrft. f. Biol. Bd. XII. 1876. S. 58.) Gekochte Kartoffeln enthalten 60,0 pCt. Wasser und 3,2 pCt. Eiweiss oder 0,5280 N.

[3]) 17,5078 reines, von Fett sorgfältig befreites Pferdefleisch gab bei 100° getrocknet 4,299 oder 24,81 pCt. Trockensubstanz. 32,7806 reines, von Fett sorgfältig befreites Pferdefleisch gab bei 100° getrocknet 7,9156 oder 24,15 pCt Trockensubstanz.

Also enthalten 100 Grm. fr. Fleisch 24,48 Trockensubst. u. 75,52 Wasser.

Die Verbrennung der Trockensubstanz nach Dumas ergab:

Bei dieser Nahrung gab das Thier Stickstoff in folgender Weise ab:

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn			
		Menge. C.-C.	Spez. Gew.	NH_3 in 5 C.-C. Grm.	Gesammter Stickstoff. Grm.
1.	13. X.	2045	1,018	0,017	5,7
2.	14. „	1480	1,022	0,0323	7,9
3.	15. „	1430	1,020	0,0238	5,6
4.	16. „	910	1,020	0,0272	4,1
5.	17. „	1200	1,019	0,0212	4,2
6.	18. „	1510	1,020	0,0204	5,5
7.	19. „	1710	1,021	0,0221	6,2
8.	20. „	1400	1,021	0,0221	5,1
9.	21. „	1320	1,021	0,0221	4,8

Vom dritten Versuchstag an ist der Umsatz des Stickstoffs ein nahezu constanter geworden. Während dieser Constanz wurde demnach im Mittel aus den letzten 7 Versuchstagen in 24 Stunden ausgeschieden:

Harn.

Menge.	Spez. Gew.	NH_3 in 5 C.-C.	Gesammter Stickstoff.
1354	1,020	0,0227	5,07

Der Koth wurde, nachdem er trocken gewogen worden war, im Mörser zerstossen, durch feine Siebe von den massenhaft vorhandenen Haaren möglichst befreit und dann zum zweiten Mal gewogen. Die in der Folge für den Trockenkoth angeführten Zahlen sind immer auf diese Weise nach Abzug der Haare ge-

0,2210 Grm. 0,03502 N oder 15,8 pCt. und
0,2218 „ 0,03513 N oder 15,8 „ Also

im Mittel 15,8 pCt. der Trockensubstanz und 3,86 pCt. des frischen Fleisches.

Voit (Ztschrft f. Biol. I. S. 96.) fand im frischen Fleisch im Mittel 75,67 pCt. Wasser und 3,4 pCt. N.

Petersen (Ebendas. Bd. VII. S. 168) fand im frischen Fleisch im Mittel 73,55 bis 75,98 pCt. Wasser und 3,48 pCt. N.

Huppert (Ebendas. Bd. VII.) fand im frischen Fleisch im Mittel 75,4 pCt. Wasser und 3,3 pCt N.

wonnen und geben die Menge der reinen, zur Bestimmung des Stickstoffs nach Dumas benutzten Substanz an.

In der vorstehenden Versuchsreihe betrug die Menge des täglich ausgeschiedenen Kothes im Mittel 27,497 Grm.

Davon enthielten 0,4417 Grm. 0,02037 oder 4,6 pCt. N, also entsprechen 27,497 Koth 1,25 N.

Während 24 Stunden betrug demnach

die Ausgabe des Hundes durch Harn und Koth **6,32** N
und die Einnahme im Ganzen **5,98** N.

Folglich gab das Thier täglich von seinem Körper noch **0,34** N oder **10,0** Grm. Fleisch ab [1]).

1. Fütterung mit Pepton.

Nachdem sich das Gleichgewicht im täglichen Umsatz des Stickstoffs hergestellt hatte, erhielt der Hund an zwei auf einander folgenden Tagen zu seinem täglichen Futter noch einen Zusatz von je 29,02 Gr. Pepton. — Es war daher die

Einnahme

Pepton 29,02 Gr. oder 4,846 N[2]) und von der gewöhnlichen Kost 5,980 N,

im Ganzen 10,826 N.

Jetzt gestaltete sich folgendermassen die

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuchs.	Harn				Koth		Gesammter Stickstoff im Harn und Koth.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5Cc.	Gesammter Stickstoff.	Trockensubst.	Stickstoff.	
10.	22. X.	1315	1,022	0,0323	7,0	33,711	1,55	8,55
11.	23. „	1290	1,022	0,0323	6,7	18,809	0,87	7,57
2.		1302	1,022	0,0323	6,8	26,26[3])	1,21	**8,06**

Mittel.

Vom nächstfolgenden Tage (24. X.) ab wurde wiederum das ursprüngliche Futter ohne Pepton gereicht.

Einnahme.
5,980 Stickstoff.

[1]) Bei der Berechnung des Fleisches am Körper des Versuchsthieres benutze ich die Voit'sche Stickstoffsmittelzahl von 3,4 pCt.

[2]) Vergl. S. 45 d. A. Die für Pepton und Eiweiss angegebenen Zahlen sind für Trockensubstanz berechnet. Daher die Decimale.

[3]) 0,6682 Grm. Subst. gaben 0,03068 oder 4,6 pCt. N.

Ausgabe

Versuch.	Tag des Versuchs.	Harn				Koth		Stickstoff in Harn u. Koth.	Differenz des Stickstoffs in Ein- und Ausfuhr.
		Menge.	Spez. Gewicht.	HN_3 in 5 Cc.	N im Harn.	Trockensubstanz.	Stickstoff.		
12.	24. X.	1430	1,019	0,0272	6,4	21,42	1,0	7,4	— 1.43
13.	25. „	1640	1,021	0,0221	6,0	(27,497)	1,25	7,25	— 1,27
14.	26. „	1600	1,021	0,0221	5,8	(27,497)	1,25	7,05	— 1,07

Der Hund, der vor der Fütterung mit Pepton täglich 0,34 N oder 10,0 Grm. Fleisch von seinem Körper eingebüsst hatte, nahm an jedem der beiden Peptontage 10,826 N ein und gab nur 8,09 N wieder ab. Er speicherte demnach im Ganzen 0,34 + 2,766 = 3,106 N täglich in seinem Körper auf. Diese Aufspeicherung ist durch die Zufuhr von 4,836 in Form von Pepton gereichten Stickstoffs bewirkt worden. Von dem verfütterten Pepton sind demnach im Ganzen **64** pCt. im Körper verblieben und **36** pCt. zersetzt und wieder ausgeschieden worden.

Da der Stickstoffumsatz erst am dritten Tage nach der Peptonfütterung zu seiner ursprünglichen Höhe wieder zurückgekehrt ist, so kann der im Körper retinirte Antheil des Peptons nicht einfach im Kreislauf abgelagert, sondern er muss organisirt gewesen sein. Denn im Kreislauf befindliches Eiweiss zersetzt sich längstens im Verlauf zweier Tage, wie Forster[1]) durch Injectionen von Eiweiss ins Blut hat feststellen können. Das Pepton aber ist, wie später noch gezeigt werden wird, leichter zersetzlich als Eiweiss. Es würde daher dasselbe wahrscheinlich wie der Leim[2]) höchstens 24 Stunden in den Säften unzersetzt circulirt haben.

Vom 27. Oct. ab erhielt der Hund einige Tage wieder sein gewöhnliches Futter und hungerte dann abermals, um endlich durch Darreichung der früheren unausreichenden Kost für den Parallelfütterungsversuch mit Eiweiss vorbereitet zu werden.

---

[1]) Ztschrft. f. Biolog. Bd. XI. 1875. S. 523.

[2]) Vergl. Voit: Ebendas. Bd. VIII. 1872. S. 331.

Einnahme.

Wasser	1500,0	
Fleisch	100,0	= 3,868 N
Kartoffeln . . .	400,0	= 2,112 „
Fett	85,0	
Kochsalz . . .	25,0	
	Zusammen	5,980 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz des Stickstoffs in Einnahme und Ausgabe.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trockensubstanz.	Stickstoff.		
1.	3. XI.	1530	1,016	0,0238	5,99	26,061[1])	1,2	7,19	— 1,21
2.	4. „	1210	1,019	0,0357	7,11	18,279	0,84	7,95	— 1,97
3.	5. „	1465	1,018	0,0289	6,39	21,814	1,00	7,39	— 1,41
4.	6. „	1350	1,018	0,0238	5,66	26,061	1,2	6,86	— 0,88
4.	Mittel.	1389	1,018	0,0280	6,29	23,05	1,06	7,35	**— 1,37**

2. Fütterung mit Eiweiss.

Am 7. und 8. XI. wurden zum täglichen Futter je 26,03 Eieralbumin[2]) oder 4,3 N hinzugesetzt. Da indessen in Folge dieses Zusatzes sich der Stickstoffumsatz im Körper des Thieres nur wenig gesteigert hatte (S. d. Tab.), so wurde demselben noch einmal am 9. XI. Eieralbumin in doppelter Menge mit dem übrigen Futter gereicht.

Es war demnach die

Einnahme.

am 7. und 8. Nov. 5,980 + 4,3 = 10,28 N und
am 9. „ 5,980 + 8,6 = 14,58 „

An diesen Tagen war die

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz des Stickstoffs in Einnahme und Ausgabe.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trockensubstanz.	Stickstoff.		
5.	7. XI.	1400	1,019	0,0272	6,27	10,134	0,492[3])	6,762	+ 3,518
6.	8. „	1185	1,021	0,0391	7,63	38,428	1,87	9,50	+ 0,78
7.	9. „	1485	1,023	0,0425	10,39	22,684	1,1	11,49	+ 3,09

[1]) 0,6682 gab 0,03068 oder 4,6 pCt. N. [2]) Vergl. S. 42. [3]) 4,86 pCt. N.

Während der Hund nun wieder sein ursprüngliches Futter erhielt, also

5,980 N einnahm

betrug die

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz des ein- und ausgegebenen Stickstoffs.
		Menge.	Spez. Gewicht	NH_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trockensubstanz.	Stickstoff.		
8.	10. XI.	1580	1,023	0,0365	9,49	24,89[1])	1,2	10,69	— 4,71
9.	11. „	1700	1,018	0,0229	6,41	28,35[2])	1,3	7,71	— 1,73
10.	12. „	1300	1,018	0,0255	5,46	35,80	1.65	7,11	— 1,65

Der Hund hat an den drei Tagen des Eiweissfutters im Ganzen

eingenommen . . . 35,14 N und
ausgegeben . . . . 27,752 N, also
zurückbehalten . . 7,388 N.

Ohne das Eiweissfutter hätte er noch täglich, wie vorher, 1,37 N von seinem Körper abgegeben. Folglich hat er an den genannten drei Tagen im Ganzen 7,388 + 4,11 = 11,498 N im Körper retinirt. Diese Retention ist durch den Genuss von 17,2 als Eieralbumin verfütterten Stickstoffs bewirkt worden. Von diesem sind demnach 66,8 pCt. im Körper verblieben und 33,2 pCt. zersetzt worden.

Die gesammte Menge des während der Eiweissfütterung im Körper verbliebenen Stickstoff ist hier nicht organisirt worden, da an dem der Fütterung folgenden Tage (10. XI.) ein im Verhältniss zu den nächsten sehr grosser Umsatz (10,69 N) von wahrscheinlich nur aufgespeichertem oder „Vorraths-Eiweiss“ (Voit) stattfand. Nehmen wir an, dass die Zersetzung des Albumins im Körper des Thieres ohne jene Aufspeicherung am Tage nach der Eiweissfütterung sich zu derjenigen des nächsten Tages (7,71 N) verhalten haben würde, wie die Eiweisszersetzung dieses

[1]) 4,86 pCt. N.
[2]) 4,6 pCt. N.

Tages zu der des dritten (7,11 N); so erhalten wir 2,05 als die der aufgespeicherten Eiweissmenge entsprechende Stickstoffgrösse. Nach Abzug derselben von der Menge des retinirten Stickstoffs bleibt als organisirter Rest 7,388 — 2,05 = 5,338 N, und daraus folgt, dass von dem von dem Versuchsthier genossenen Eiweiss **54,9** pCt. organisirt und **54,1** pCt. zersetzt worden sind.

II. Parallelreihe.

Nach einer Pause von mehreren Tagen, innerhalb welcher der Hund durch gewöhnliche Kost auf seinen normalen Körperzustand zurückgeführt worden war, wurde eine zweite Fütterungsreihe mit einem mehrtägigen Hunger eingeleitet. Als während desselben das Körpergewicht des Hundes von 33 auf 28,17 Kilo wieder gesunken war, erhielt das Thier täglich folgende Kost:

Einnahme.

Wasser	1000,0		
Reines Fleisch . . .	200,0	oder	7,736 N
Kartoffeln	400,0	„	2,112 „
Schweinefett	65,0		
Kochsalz	25,0		
	Im Ganzen		9,848 N.

Es fand nun an den drei letzten Tagen einer sechstägigen Fütterung folgender Umsatz statt:

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Gesammter Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz des ein- und ausgeführten N.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trocken-substanz.	Stick-stoff.		
1.	29. XI.	1200	1,025	0.0391	7,72	18,01[1])	1,19	8,91	+ 0,938
2.	30. „	1030	1,025	0,0442	7,49	21,164	1,40	8,89	+ 0,958
3.	1. XII.	1080	1,025	0,0442	7,86	22,617	1,50	9,36	+ 0,488
3.		1103	1,025	0,0427	7,69	20,597	1,36	9,05	+ **0,794**
					Mittel.				

[1]) 0,6214 gab 0,04138 oder 6,6 pCt. N.

Zu dem Futter des 2. Dec. wurde Pepton hinzugesetzt.

3. Fütterung mit Pepton.

Einnahme.

Pepton 53,918 gleich 9,004 N
Gewöhnl. Kost . . . 9,848 „
Zusammen 18,852 N

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Gesammter Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz zwischen ein- u. ausgeführtem N.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NN_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trocken-substanz.	Stick-stoff.		
4	2. XII.	955	1,027	0,0672	10,73	24,798[1])	1,7	12,43	+ 6,422

Dann wurde zu der gewöhnlichen Kost zurückgekehrt.

Einnahme.
9,848 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Gesammter Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz zwischen ein- u. ausgeführtem N.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trocken-substanz.	Stick-stoff.		
5.	3. XII	1400	1,022	0,0442	9,8	27,018	1,8[2])	11,6	— 1,752
6.	4. „	1200	1,025	0,0425	8,4	25,294	1,69	10,07 (?)	— 0,222
7.	5. „	1315	1,022	0,0442	9,57	25,294	1,67	11,24	— 1,392

An dem Tage der Peptonfütterung hat der Hund 6,422 N von seiner Nahrung im Körper zurückbehalten. Wäre ihm an diesem Tage kein Pepton gereicht worden, so hätte er nur, wie vorher, 0,794 N angesetzt. Von den 9,004 N des Peptons sind also 6,422—0,794 = 5,628 oder **62,5** pCt. N organisirt und 3,376 d. h. **37,5** pCt. N zersetzt worden.

---

[1]) 0,5496 gab 0,03855 oder 7,0 pCt. N.
[2]) Zu 6,6 pCt. N, wie vor der Peptonfütterung, angenommen.

Nach der Peptonfütterung hat sich der ursprüngliche Stickstoffumsatz noch nicht am zweiten Tage wieder hergestellt. Das verfütterte Pepton muss also in der That einen neuen Körperzustand geschaffen haben.

Gegen Ende eines neuen wie früher eingeleiteten Hungergleichgewichtes betrug wiederum bei der vorigen Kost die

Einnahme
9,848 N

und die

Ausgabe

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz des ein- und ausgeführten Stickstoffs.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trockensubstanz.	Stickstoff.		
1.	17. XII.	1130	1,025	0,0493	9,18	25,50[1])	1,66	10,84	— 0,992
2.	18. „	1360	1,023	0,0408	9,14	24,80	1,61	10,75	— 0,902
2.		1245	1,024	0,0450	9,16	25,15	1,63	10,79	**— 0,947**

Mittel.

4. Fütterung mit Eiweiss.

Einnahme.

Eieralbumin 56,2 oder 9,284 N
Dazu . . . . . 9,848 „
Zusammen 19,132 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz des ein- und ausgeführten N.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trockensubstanz.	Stickstoff.		
3.	19. XII.	1200	1,025	0,0417	8,24	25,035[2])	1,6	9,84	**+9,292** (!)

Darauf gewöhnliche Kost.

Einnahme.
9,848 N.

[1]) 0,3928 gab 0,02553 oder 6,5 pCt. N.
[2]) 0,4977 gab 0,03211 oder 6,4 pCt. N.

Ausgabe

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz des ein- und ausgeführten N.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	N im Harn.	Trockensubstanz.	Stickstoff		
4.	20.XII	1018	1,031	0,0696	11,67	26,247[1])	1,84	13,51	— 3,662
5.	21. „	1090	1,026	0,0493	8,85	25,126[2])	1,63	10,48	— 0,632

Am Tage der Eiweissfütterung (19. Dec.) fand eine Steigerung des Stickstoffumsatzes nicht statt. Die ganze Menge des verfütterten Albumins blieb im Körper des Thieres zurück. Erst am Tage nach der Fütterung gab dasselbe 3,662 N mehr ab, als es eingenommen hatte. Hätte es kein Eiweiss genossen, so hätte es noch 0,947 N vom Körper verloren. Von den 9,284 N des genossenen Albumins sind daher 3,662 — 0,947 = 2,715 N oder **29,2** pCt. wiedererschienen, und der Rest 6,569 oder **70,8** pCt. organisirt worden.

III. Parallelreihe.

Nach einigen Hungertagen im Januar begann die dritte Versuchsreihe.

Einnahme.

Wasser 500,0
Reines Fleisch . . . 200,0 oder 7,736 N

Im Ganzen 7,736 N.

Vom vierten Tage der Fütterung an war die

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn			
		Menge. C.-C.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
1.	9. I. 76.	569	1,020	0,1071	10,04
2.	10. „	678	1,018	0,0901	10,06
3.	11. „	659	1,017	0,0884	9,59
3.		635	1,018	0,0952	**9,89**

Mittel.

[1]) 0,5888 gab 0,04483 oder 7,0 pCt. N.
[2]) 6,5 pCt. N.

Die mittlere Menge des täglich ausgeschiedenen Kothes betrug trocken und rein 10,3 Grm. mit 0,73 N (7,0 pCt.). Daher gab der Hund täglich im Ganzen **10,63** N, also von seinem Körper noch **2,894** N ab, da er täglich 7,736 N einnahm.

Nun wurde zum Futter täglich eine Menge von Eieralbumin, welche 50,0 Grm. trockener und aschefreier Substanz entsprach und zum Schutz desselben Fett hinzugesetzt.

5. Fütterung mit Eiweiss.

Einnahme

Wasser	500,0		
Fleisch	200,0	oder	7,736 N
Eieralbumin . . .	50,0	„	8,736 „
Schweinefett . . .	200,0		

Im Ganzen 16,472 N.

Ausgabe

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn			
		Menge. C.-C.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
4.	12. I	274	1,040	0,1887	8,52 (!)
5.	13. „	362	1,044	0,2142	12,77
6.	14. „	350	1,043	0,2142	12,35
3.		328,7	1,042	0,2057	**11,21**

Einnahme

Die frühere Kost mit 7,736 N.

Ausgabe

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn			
		Menge. C.-C.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
7.	15. I.	492	1,016	0,0833	6,75 (?)
8.	16. „	640	1,018	0,0952	10,03

Auch in dieser Reihe fand, wie in den früheren, eine Steigerung des Stickstoffumsatzes in den ersten 24 Stunden (12. Januar) nach der Fütterung mit Eiweiss nicht statt. Merkwürdiger Weise war indessen auch hier die

Steigerung des Umsatzes am Tage nach der Fütterung nicht wie in den früheren Versuchen grösser als vor derselben.

Der zu den einzelnen Tagen des Eiweissfutters gehörende Koth betrug im Mittel 10,0 Grm. mit 0,7 N (6,9 pCt.). An diesen Tagen gab demnach der Hund im Ganzen 11,91 N ab. Er behielt also im Körper, da er 16,472 N einnahm, 4,562 N zurück. Ohne Zusatz von Fett und Eiweiss hätte er noch täglich 2,894 N von seinem Körper abgegeben. Wäre ihm Fett allein gereicht worden, so wäre dieser Verlust etwas geringer gewesen. Denn Fett setzt — in äquivalenten Mengen — nach Voit[1]) den Umsatz des circulirenden Albumins um 7 pCt. herab. Der Hund hätte daher unter dem Einfluss des Fettes durch den Harn nicht 9,9, sondern 9,21 und durch Harn und Koth nicht 10,63 sondern nur 9,94 N ausgeschieden. Man darf also für die Tage des Eiweissfutters nur einen Verlust vom Körper von 9,94 — 7,736 = 2,204 N annehmen. Es ist daher an jedem Tage der Eiweissfütterung 4,562 + 2,204 = 6,766 N im Körper des Hundes verblieben. Da am Tage nach der Eiweissfütterung kein vermehrter Stickstoffumsatz stattfand, so muss von den als Eiweiss gereichten 8,736 N alles Retinirte, also **77,4** pCt., organisirt und der Rest, also **22,6** pCt., zersetzt worden sein.

6. Fütterung mit Pepton.

Einnahme

Wasser	500.0
Fleisch	200,0 oder 7,736 N
	Im Ganzen 7,736 N.

Der in gewöhnlicher Weise zur Fütterung vorbereitete Hund hatte mehrere Tage vorstehendes Futter erhalten und gab am Tage vor der Peptonfütterung folgende Stickstoffmenge ab:

Ausgabe

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn			
		Menge. C.-C.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
1.	28 I.	540	1,020	0,11305	10,05

[1]) Ztschr. f. Biolog. Bd. V. 1869. S. 336.

Auf Einen Tag berechnete sich die Kothmenge zu 8,0 Grm. mit 0,65 N (7,3 pCt.). Daher schied der Hund im Ganzen 10,7 N aus und gab noch 2,964 N von seinem Körper ab.

Einnahme.

Wasser 500,0
Fleisch . . . . 200,0 oder 7,736 N
Pepton . . . . 50,0[1]) „ 8,445 „
Fett 200,0
Zusammen 16,181 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn			
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
2.	29. I.	515	1,026	0,1632	13,84
3.	30. „	325	1,029	0,1836	9,83
4.	31. „	520	1,023	0,1428	12,23
3.		453	1,026	0,1632	**11,96**

Mittel.

Einnahme

Wie vor der Peptonfütterung.
7,736 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn			
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
5.	1. II.	220	1,042	0,2363	8,56
6.	2 „	535	1,019	0,1037	9,14

Während der Peptonfütterung wurde durch den Koth täglich im Mittel 0,72 N ausgeschieden. Trockensubstanz 9,8 mit 7,3 pCt. N. Der Gesammtverlust an N betrug demnach 12,69 am Tage, also 3,491 weniger, als die Einnahme. Vor der Peptonfütterung hatte der Körper 2,964 N von seiner eigenen Substanz in derselben Zeit verloren. Er hätte unter dem Einfluss des mit dem Pepton gleichzeitig verfütterten Fettes nur 2,264 N eingebüsst. Folglich sind die als Pepton gereichten 8,445 N zu **68,1** pCt. organisirt und zu **31,9** pCt. zersetzt worden.

[1]) Für aschefreie Substanz berechnet.

Resultat.

Das Resultat der Fütterungsversuche war demnach in übersichtlicher Zusammenstellung folgendes:

	Fütterungsreihen.						Mittel.	
	I.		II.		III.			
	Organisirt. pCt.	Zersetzt. pCt.	Organisirt. pCt.	Zersetzt. pCt.	Organisirt. pCt	Zersetzt. pCt.	Organisirt. pCt.	Zersetzt. pCt.
Pepton.	64,0	36,0	62,5	37,5	68,1	31,9	**94,9**	**35,1**
Eiweiss.	54,9	54,1	70,8	29,2	77,4	22,6	**67,7**	**32,3**

Die Fütterungen haben trotz der mannichfaltigen Bedingungen, unter denen sie ausgeführt worden sind, eine überraschende Uebereinstimmung im Verhalten des Peptons und des Eiweisses im Organismus ergeben, soweit es sich um Organisation und Zersetzung der verfütterten Materie handelte.

Daraus muss gefolgert werden,

1. dass Eiweiss und Pepton analoge Substrate der Zellfunction darstellen.

Es haben sich auch nicht weniger wichtige und charakteristische Unterschiede zwischen den beiden Substanzen herausgestellt.

Das verfütterte Pepton hat regelmässig den Stickstoffumsatz im Verlauf der ersten 24 Stunden, das Eiweiss dagegen erst nach Verlauf des doppelten Zeitraumes gesteigert.

Man muss daraus schliessen,

2. dass das Pepton geeigneter ist, in die Säfte einzutreten und von der Zelle verarbeitet zu werden, — also überhaupt den Bedingungen des Umsatzes zu unterliegen, als unverändertes Eiweiss.

b. Pepton als Baumaterial der Gewebe.

Die eben festgestellten Analogieen im allgemeinen Verhalten des Peptons und des Eiweisses während der Circulation luden ein, das Verhältniss ihres absoluten Nährwerthes festzustellen. Dazu war mehr als bisher vollkommene Gleich-

heit des Körperzustandes, d h. des Stickstoffumsatzes des Versuchsthieres im Beginn der Fütterungen mit den zu prüfenden Stoffen erforderlich. Und weil nach den Erfahrungen Voit's [1]) nicht selten unmittelbar nach Aenderungen in der stickstoffhaltigen Kost Unregelmässigkeiten in der Ausscheidung des Stickstoffs folgen, bei plötzlich eintretender Verminderung in der Einnahme Residuen der alten und bei Steigerung der stickstoffhaltigen Kost in einem an circulirendem Eiweiss armen Organismus Residuen der neuen Nahrung zurück bleiben; so mussten die Reihen mehr als früher ausgedehnt und dadurch der bezeichnete Fehler möglichst reducirt und verkleinert worden. Damit der Organismus des Versuchsthieres ferner zu allen Zeiten normal fungirte und während der Vergleichsfütterungen stets in gleicher Weise befähigt wäre, Körpersubstanz anzusetzen, so war es hier mehr als früher nothwendig, dem normalen Bedürfniss des Organismus an Nährsalzen gerecht zu werden. Weist doch die zuerst durch Liebig bekannt gewordene Thatsache, dass alle Gewebe und Organe im Körper des Thieres nahezu denselben Gehalt an Salzen repräsentiren, auf die wichtigen Beziehungen der Salze gerade zur Organisation hin, und haben doch Forster's [2]) Untersuchungen gezeigt, wie schwer sich deren Entziehung am normal fungirenden Organismus rächt. Weil nun das Blut als natürlicher Gewebsbildner die zweckmässigste Mischung der beiden Gewebscomponenten, des Eiweisses und der Salze, enthält; so habe ich Fütterungen mit dem natürlichen Eiweiss des Blutserums [3]) den Reihen mit Pepton und Eieralbumin zu Grunde gelegt und diese nach dem Muster seines analytischen Ergebnisses eingerichtet.

Dem natürlichen Wassergehalt der Gewebe zu Folge muss jeder Ansatz von Stickstoff mit einem entsprechenden Verbrauch von Wasser und jedes Freiwerden von Stickstoff durch Zer-

[1]) Ztschrft. f. Biolog. Bd. II. 1866. S. 222.
[2]) Ztschrft. f. Biolog. Bd. IX. 1873. S. 348.
[3]) Vergl. S. 43 dieser Arbeit.

setzung von Körpergeweben mit einer entsprechenden Abgabe von Wasser verbunden sein. Die Bilanz des Stickstoffs konnte somit in derjenigen des Wassers und in dem durch beide beeinflussten Verhalten des Körpergewichts eine wichtige Controle und die Beurtheilung der Fütterungsergebnisse auf diese Weise ein dreifaches Kriterium finden, die Bilanz des Stickstoffs, die Bilanz des Wassers und das Verhalten des Körpergewichts.

1. Fütterung mit Serumeiweiss.

Als am 24. April 1876 die neuen Versuche begannen, hatte der Hund fast drei Monate Zeit gehabt, sich bei gemischter Kost von den Eingriffen der vorigen zu erholen und ein Körpergewicht von 34,525 Kilogramms nach Abzug des abgegrenzten Kothes [1]) zu erwerben. Durch dreitägigen Hunger büsste er wieder 2,702 Kilogramms davon ein und wog am Anfang der Reihe 31,823 Kilo. Er erhielt nun täglich:

Einnahme:

Wasser	. . 500,0	
Reines Fleisch . . .	200,0	oder 7.736 N
	Im Ganzen	7,736 N.

Ausgabe.

1. Harn.

Versuch.	Tag des Versuches.	Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
1.	28. IV.	175 (!)	1,040	0,2516	7,25
2.	29. „	405	1,023	0,1258	8,39
3	30. „	560	1,017	0,0935	8,62
4.	1. V.	425	1,021	0,1122	7,85
5.	2. „	520	1,019	0,0969	8,30
4.		477	1,020	0,1071	**8,29**

Mittel aus den letzten 4 Tagen.

[1]) In der Folge wird nur das auf diese Weise corrigirte Körpergewicht angegeben werden.

2. Koth.

Tag.	Feucht. Grm.	Trocken. Grm.
29. IV.	55,4	19,061
1. V.	47,4	16,31
4. „	39,9	16,22
6. „	77,0	26,86
7. „	63,0	18,82
	282,7	97,27

Im Ganzen.

Im Trockenkoth waren 22,3 pCt. Haare und im Rest 7,1 pCt. N enthalten. Von den 97,27 Grm. trockenen Kothes entsprachen daher nur 75,58 reiner Substanz. Davon kamen 15,12 mit 1,073 N auf jeden der fünf Versuchstage.

1. Stickstoffbilanz.

Der Hund hatte täglich eingenommen . . . . 7,74 N und durch Harn und Koth ausgegeben 8,29 + 1,073 = 9,36 N,

folglich noch von seinem Körper **1,62** N oder **47,6** Fleisch verloren.

2. Verhalten des Körpergewichts.

Der Hund wog am Anfang der Reihe vor dem Hungern 31,823 Kilo und am Ende derselben nach Abzug des auf die Reihe fallenden Kothes . . . . . 30,754 „

Daher betrug der gesammte Körpergewichtsverlust des Hundes **1,069** Kilo.

Der modificirte Hungergleichgewichtszustand betheiligte sich an diesem Verlust mit 238,0 Fleisch, da der Hund täglich 47,6 Fleisch von seinem Körper einbüsste.

Vom 3. Mai ab wurde zum täglichen Futter eine Menge von Serumeiweiss hinzugefügt, die auf Trockensubstanz berechnet nach Abzug der Asche 50,0 Grm. betrug. Es waren 63,982 Grm. bei 30° C. getrockneten Serums, gleich 55,3 bei 100° C. getrockneter Substanz mit 3,982 NaCl und 0,122 P_2O_5 [1]). Gleichzeitig mit dem Serumeiweiss erhielt der Hund aus den früher genannten Gründen grössere Mengen von reinem Fett.

[1]) Von den Bestandtheilen der Asche wurden nur NaCl und P_2O_5 berücksichtigt. Die Asche des Sérumalbumins enthielt 4,387 pCt. NaCl und 0,219 pCt. P_2O_5

Einnahme.

Wasser 500,0
Fleisch . . . . . 200,0 oder 7,736 N
Serumeiweiss . . . 63,982 mit 8,35 N. Dasselbe enthielt an
Kochsalz 3,982
Phosphorsäure . . 0,122
Schweineschmalz . 200,0

Im Ganzen 16,086 N.

Ausgabe.

1. Harn.

Versuch.	Tag.	Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
6.	3. V.	260	1,053	0,2856	12,23
7.	4. „	193,5	1,047	0,2244	7,15
8.	5. „	300	1,049	0,2414	11,92
9.	6. „	250	1,048	0,2295	9,45
10.	7. „	310	1,049	0,2346	11,98
5.		262,7	1,049	0 2431	**10,55**

Mittel.

2 Koth.

Tag.	Feucht.	Trocken.
14. V.	65,3	22,567
18. „	94,5	37,523
21. „	66,72	18,18
	226,52	78,27

Im Ganzen.

Die 78,27 Grm. Trockenkoth enthielten nach Abzug der Haare nur 60,81 reiner Substanz mit 7,6 pCt. N. Es kamen daher auf den Tag 12,16 reinen Kothes mit 0,92 N.

Am 8. Mai Rückkehr zum ursprünglichen Futter.

Einnahme.
7,735 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz zwischen ein- u. ausgeführten Stickstoff.	Fleisch am Körper.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.	Trockensubstanz.	Stickstoff.			
11.	8. V.	285	1,023	0,1326	6,22	15,12	0,92	7,14	+ 0,6 =	+ 17,65
12	9. „	550	1,017	0,0935	8,47			9,39	— 1,65 =	— 48,53

Am zweiten Tage nach der Rückkehr zur ursprünglichen Kost (9. Mai) hatte der Stickstoffumsatz seine frühere Grösse wieder erreicht.

1. Stickstoffbilanz.

Der Hund nahm täglich ein . . . . . 16,086 N und
gab ab durch Harn und Koth 10,550 + 0,92 = 11,47 N,
behielt demnach in Körper zurück . . . . . **4,6** N.

Vorher hatte der Hund täglich noch 1,62 N vom Körper eingebüsst. Das mit dem Serumeiweiss gleichzeitig verfütterte Fett hätte indessen allein den früheren Umsatz um 7 pCt. herabgesetzt und daher die durch den Harn ausgeschiedene Stickstoffgrösse von 8,29 N um 0,58 verkleinert. Da in Folge dieser Verminderung des Stickstoffumsatzes das Thier bei Zusatz von Fett zu dem ursprünglichen Futter nur 8,29 — 0,58 + 1,07 = 8,78 N durch Harn und Koth ausgeschieden hatte, so kann für die Tage der Eiweissfütterung ein durch das Eiweiss der Nahrung compensirter Verlust vom Körper von nur 8,78 — 7,74 = 1,04 N angerechnet werden.

Von den als Serumeiweiss täglich verfütterten 8,35 N sind demnach 4,6 + 1,04 = 5,64 oder **67,6** pCt. angesetzt und **32,4** pCt. zersetzt worden.

Der gesammte durch Fett und Eiweiss bewirkte Ansatz von N war gleich 4,6 + 1,62 = 6,22 am Tage, also für die Dauer der ganzen Fütterungsreihe 6,22 . 5 = **31,10** N oder **914,7** Fleisch.

2. Verhalten des Körpergewichts.

Der Hund wog am 3 Mai Morgens vor der Fütterung 30,754 Kilo
„ 8. Mai „ „ „ „ 31,666 „
Er hatte daher im Ganzen um **912,0** Grm.
an Gewicht zugenommen.

Da der Hund 914,7 Fleisch angesetzt und um 912,0 an Gewicht zugenommen hatte, so war die gesammte Gewichtszunahme seines Körpers durch Fleischansatz bewirkt worden.

3. Wasserbilanz.

Der Hund nahm täglich zu sich direkt 500,0 Wasser
und mit 200,0 gr. frischem Fleisch 151,04[1]) „
zusammen **651,04** Wasser.

Während des modificirten Hungergleichgewichts gab der Hund im Mittel durch den Harn 477 Grm. Wasser ab.

Da er 1,62 N oder 47,6 Fleisch und mit diesem 35,95 Grm. Wasser noch täglich von seinem Körper verlor, so sind von den aufgenommenen 651,04 Grm. Wasser nur 477 — 36 = 441 Grm. durch den Harn entleert worden.

Durch den Koth war im Ganzen 185,43, also in 24 Stunden 37,09 Grm. Wasser ausgeschieden worden. Der gesammte Wasserverlust durch Harn und Koth war daher täglich 441 + 39 = 480 Grm. oder **73,7** pCt. des eingenommenen. Der Rest von **28** pCt. kommt offenbar auf den täglichen Wasserverlust durch die Perspiration.

An den Tagen der Eiweissfütterung gab der Hund bei der gleichen Wasserzufuhr täglich

durch den Harn . . . . 262,7 und
durch den Koth 29,65
zusammen **292,35** Wasser

ab, also nur **44,9** pCt. der Zufuhr.

Rechnet man für die Tage der Eiweissfütterung dieselbe Perspirationsgrösse an, wie sie während des Gleichgewichts bestanden hatte, so erhält man nach Abzug dieser und der durch den Harn und Koth abgegebenen Wassermenge von der Grösse des zugeführten Wassers nahezu dasjenige Wasserquantum, welches am Körper mit dem hier angesetzten Fleisch in Folge der Eiweissfütterung retinirt worden ist.

Perspirationsgrösse . . . . . 182,3 Wasser
Verlust durch Harn und Koth . . . 292,35 „
Täglicher Verlust . . . **474,65** Wasser.

[1]) Frisches Fleisch enthält nach meinen Bestimmungen 75,52 pCt. Wasser.

Da täglich 651,04 Wasser eingenommen und 474,65 ausgeschieden worden sind, so bleiben **176,3** Grm. als die Grösse des täglich angesetzten Wassers. Die Stickstoffbilanz hatte einen Ansatz von 183,0 Fleisch mit **156** Wasser ergeben.

2. Fütterung mit Pepton.

Nach einigen Wochen, während welcher der Hund gemischtes Futter erhalten hatte, musste derselbe wieder einige Tage hungern, bis er, wie im Anfang der vorigen Reihe, 31,644 Kilogramms wog. Dann erhielt er

Einnahme.

Wasser . . . 500,0 Grm.
Fleisch . . . 200,0 Grm. = 7,736 N.

Im Ganzen . . 7,736 N.

Ausgabe.

1. Harn.

(an den beiden letzten Tagen einer fünftägigen Fütterung).

Versuch.	Tag des Versuches.	Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
1.	9. VI.	416	1,023	0,1258	8,62
2.	19. „	425	1,023	0,1241	8,69
2.		420	1,023	0,1249	**8,65**

Mittel.

2. Koth.

(der ganzen fünftägigen Reihe).

Tag.	Feucht. Grm.	Trocken. Grm.
11. VI.	65,8	28,75
12. „	31,8	
14. „	36,3	15,05
16 „	21,8	8,85
18. „	66,5	23,98
Zusammen:	222,2	76,65

Nach den früheren Bestimmungen konnten in den 76,65 Grm. trockenen Kothes nur 78 pCt., also 59,56 reiner Substanz an-

genommen werden. Es kamen daher auf den Tag 11,91 reinen Kothes mit 0,84 N (7,1 pCt.). Mit dem feuchten Koth waren 222,2 − 76,65 = 145,55, demnach täglich 29,11 Grm. Wasser ausgeschieden worden.

1. An Stickstoff hatte der Hund täglich

eingenommen . . . . . 7,74 und durch Harn und Koth
ausgegeben . . . 8,65 + 0,84 = 9,49, folglich von seinem
Körper noch abgegeben **1,75 N = 51,5** Fleisch.

2. Das Gewicht des Hundes war

am Anfang . . . 31,644 Kilo
am Ende . . . . 28,673 „ , hatte demnach
um **2,971** Kilo abgenommen.

Doch war der Hungergleichgewichtszustand nur mit 257,5 Fleisch an diesem Verlust betheiligt.

Vom 11. Juni ab fand ein täglicher Zusatz zum Futter von 54,475 Grm. bei 30° getrockneten und aschehaltigen Peptons statt; diese Menge entsprach 50,0 Grm. reiner und bei 100° getrockneter Substanz. Da die Peptonasche nur Spuren von Kochsalz enthielt, so wurde die im Serumalbumin gefundene Menge dieses Salzes hinzugesetzt.

Einnahme.

Wasser	500,0	
Fleisch	200,0	= 7,736 N und 151,04 Wasser.
Pepton	50,0	= 8,445 N
Kochsalz . . .	3,982	
Fett	200,0	

Im Ganzen . . . 16,181 N und 651,04 H_2O.

Ausgabe.

1. Harn.

Versuch.	Tag des Versuches.	Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
3.	11. VI.	195	1,053	0,2890	9,28
4.	12. „	278	1,053	0,2805	12,84
5.	13. „	219	1,052	0,2669	9,63
6.	14. „	238	1,048	0,2465	9,66
7.	15. „	235	1,046	0,2346	9,08
5.		233	1,050	0,2635	**10,10**

Mittel.

2. Koth der Reihe.

Feucht.	Trocken.
115,8	39,71

Im trockenen Koth konnten nur 30,85 Grm. reiner Substanz enthalten sein. Davon kamen 6,17 mit 0,504 N (8,17 pCt [1]) auf den Tag. Der feuchte Koth enthielt 76,09 Wasser. Durch ihn wurden daher 15,22 Wasser täglich dem Körper entzogen.

Am 16. Juni wurden Pepton und Fett wieder ausgesetzt.

Einnahme.
Wie vor der Peptonfütterung 7,736 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Stickstoff =	Fleisch am Körper.
		Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.	Trockensubstanz.	Stickstoff.			
8.	16. VI.	259	1,039	0,2091	8,920	11,91	0,84	9,76	— 2,02	= — 59,41
9.	17. „	403	1,022	0,1275	8,460			9,30	— 1,56	= — 45,9

1. Stickstoffbilanz.

Der Hund, der während des Gleichgewichts 1,75 N vom Körper abgegeben hatte, verlor an dem ersten Tage nach Ausfall des Peptons im Futter 2,02 N, also 0,27 N mehr, als dem Verlust vom Körper während des Gleichgewichts entsprach. Erst am folgenden Tage stellte sich die ursprüngliche Grösse des Stickstoffumsatzes wieder her.

Diese hatte 8,65 N betragen. Während der fünftägigen Peptonfütterung wäre sie durch das dargereichte Fett um 0,605 N verringert worden. Es wäre in Folge dessen der gesammte Verbrauch an Stickstoff während dieser Zeit nur gleich 8,65 — 0,605 + 0,84 = 8,885 und der Verlust am Körper 8,885 — 7,736 = 1,149 N gewesen.

Nun hatten Pepton und Fett einen Ansatz von täglich 5,58 N bewirkt. Folglich sind von den 8,445 N des verfütterten Peptons im Ganzen 5,58 + 1,149 = 6,73 oder **79,7** pCt. organisirt und **20,3** pCt. zersetzt worden.

[1]) 0,3240 gab 0,02649 oder 8,17 pCt N.

Der gesammte durch Fett und Pepton bewirkte Ansatz betrug täglich 5,58 + 1,75 = 7,33 N oder **215,6** Fleisch, also für die Dauer der ganzen Peptonreihe **1078,0** Fleisch.

2. Verhalten des Körpergewichts.

Der Hund wog

am Anfang der Peptonreihe (11. Juni) 28,673 Kilo und
am Ende derselben (16. Juni) . . . . . 29,709 „ , er hat daher
eine Zunahme seines Körpergewichts um **1,036** Kilo erfahren.

Diese Grösse war durch die Menge des angesetzten Fleisches gedeckt.

3. Wasserbilanz.

An Wasser gab das Thier während Eines Tages ab

durch den Harn . . . 233,0 Grm.
durch den Koth . . . 15,22 Grm.
Zusammen . . . **248,22** Grm.

oder **38,1** pCt. des Eingenommenen.

Nimmt man auch hier die Grösse der täglichen Perspiration zu 182,3 Grm. Wasser an, wie früher, so erhält man als Differenz zwischen eingenommenen und dem durch Porspiration, Harn und Koth abgegebenen Wasser (651,04 — 430,52 =) **220,52** Grm. Die täglich angesetzten 215,6 Fleisch enthalten **162,8** Grm. Wasser. Dieser übrigens nicht erhebliche Unterschied mag in einer während der letzten Reihe gesteigerten Perspirationsgrösse ihren Grund haben.

3. Fütterung mit Eieralbumin.

Vor der Fütterung mit Eieralbumin gewöhnliche gemischte Kost. Dann einige Tage Hunger und später

Einnahme.

Wasser 500,0
Fleisch . . . . 200,0 = 7,736 N
Zusammen 7,736 N.

Ausgabe.

1. Harn.

(an den drei letzten Tagen einer fünftägigen Reihe).

Versuch.	Tag des Versuches.	Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.
1.	6. VII.	450	1,021	0,1203	8,920
2.	7. „	403	1,022	0,1275	8,46
3.	8. „	498	1,020	0,1071	8,78
3.		450,5	1,021	0,1183	**8,720**

Mittel.

2. Koth.

(der ganzen Reihe)

Feucht.	Trocken.
200,0	82,4

In den 82,4 Trockenkoth sind 64,0 reiner Substanz enthalten. Davon kommen 12,8 mit 0,81 N (6,3 pCt. [1]) auf den Tag. Der Koth enthielt im Ganzen 117,6 Wasser, führte also aus dem Körper 39,2 Wasser ab.

1. Stickstoffbilanz.

An Stickstoff hat der Hund täglich eingenommen . . . 7,74
und durch Harn und Koth abgegeben 8,72 + 0,81 = 9,53,

Der Hund erlitt daher einen täglichen Verlust von **1,79N=52,6** Fleisch.

Es verlor also der Hund im Ganzen 263,0 Fleisch vom Körper.

2. Verhalten des Körpergewichts.

Der gesammte Körpergewichtsverlust war in Folge des dem Körpergleichgewicht vorausgehenden Hungers grösser und betrug 1,233 Kilo. — Denn es war

Anfangsgewicht des Hundes 30,295 Kilo und
sein Endgewicht . . . . . 29,062 „ war

Differenz **1,233** Kilo.

Nachdem die Grösse des Umsatzes eine constante geworden war, wurde dem Versuchsthier 65,40 bei 30° getrockneten Eieralbumins in Verbindung mit Fett gereicht, eine Menge, welche 50,0 Grm. reiner und trockener Substanz entsprach.

[1]) 0,4750 gab 0,03006 N.

Einnahme.

Wasser	500,0		
Fleisch	200,0	mit 7,736 N und 151,04 Wasser	
Eieralbumin	50,0	„ 8,736 „	
Kochsalz im Eieralbumin	0,744		
Kochsalz direkt hinzugesetzt	3,238		3,982 „
Phosphorsäure im Eiweiss			0,095 „
Fett	200,0		

Zusammen 16,472 N und 651,04 Wasser.

Ausgabe.

1. Harn.

Versuch.	Tag des Versuches.	Menge.	Spez. Gewicht.	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff
4.	9. VII.	300	1,040	0,1887	9,32
5.	10. „	350	1,043	0,2142	12,35
6.	11. „	283	1,044	0,2091	9,75
7.	12. „	468	1,046	0,2261	17,43
8.	13. „	313	1,047	0,2227	11,48
5.		342,8	1.044	0,2122	**12,07**

Mittel

2. Koth.

Feucht.	Trocken.
175,9	60,54

In 60,54 Trockenkoth sind 47,04 reiner Substanz enthalten. Davon kommen 9,41 mit 0,73 N (7.8 pCt.) auf Einen Tag.

Der gesammte Koth entzog dem Körper 115,36 Wasser. Mit dem Koth verliessen demnach den Körper täglich 23,07 Wasser.

Rückkehr zur ursprünglichen Nahrung,

Einnahme.

7,736 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches	Harn				Koth		Stickstoff im Harn u. Koth.	Differenz zwischen ein- u. ausgeführtem N.	Fleisch am Körper.
		Menge.	Spez. Gewicht	NH_3 in 5 C.-C.	Stickstoff.	Trocken.	Stickstoff.			
9.	14. VII.	368	1,026	0,1445	8,75	12,8	0,81	9,56	— 1,82 =	— 53,5
10.	15. „	525	1,017	0,0969	8,38			9,19	— 1,45 =	— 42,6

Nach dem Aussetzen des Eiereiweisses in der Nahrung stellte sich der frühere Umsatz sehr schnell wieder her. —

1. Stickstoffbilanz.

Vor der Fütterung mit Fett und Eiweiss gab der Körper des Hundes täglich 1,79 N ab. Das mit dem Eiweiss gleichzeitig verfütterte Fett hätte den Umsatz von 8,720 durch den Harn ausgeschiedenen Stickstoffs um etwa 7 pCt., also um 0,61 N verkleinert. Für die Tage des Eiweissfutters kann daher nur ein von dem genossenen Eiweiss unabhängiger Umsatz von 8,720 — 0,61 = 8,11 N und ein Verbrauch von im Ganzen 8,11 + 0,81 = 8,92 N, also ein Verlust vom Körper von nur 8,92 — 7,74 = 1,18 N angenommen werden.

Das Eiweiss und Fett der Nahrung hatten nicht nur diesen Verlust vom Körper aufgehoben, sondern noch einen Ansatz von 3,67 N täglich bewirkt.

Denn während des Eiweissfutters nahm der Hund ein 16,47 N
und gab ab durch Harn und Koth . . . 12,07 + 0,73 = 12,80 N,
behielt demnach . . . . . **3,67** N
oder **107,9** Fleisch im Körper zurück.

Von den mit dem Eiweiss verfütterten 8,736 N sind daher 3,67 + 1,18 = 4,85 N oder **55,5** pCt. angesetzt und der Rest von **44,5** pCt. zersetzt worden. Der gesammte durch Fett und Eiweiss bewirkte Ansatz war gleich 3,67 + 1,79 = **5,46** N oder **160,6** Fleisch.

2. Verhalten des Körpergewichts.

Das Körpergewicht des Hundes war
am Morgen vor der letzten Fett- und Eiweissfütterung (9 Juli) 29,062 Kilo
und am Morgen nach der letzten Fett- und Eiweissfütterung
(14. Juli) . . . . . 29,933 „
hatte also einen Zuwachs von . . . . . **0,871** Kilo
erfahren.

Auch hier war die ganze Gewichtszunahme durch Fleischansatz bewirkt worden. Denn im Verlauf der fünftägigen Eiweissreihe sind unter dem Einfluss der Nahrung **800,0** Grm. Fleisch im Körper entstanden.

3. Wasserbilanz.

In der Nahrung des Hundes waren täglich 651,04 Wasser enthalten. In derselben Zeit wurden durch Harn und

Koth 342,8 + 23,07 = 365,87 Wasser von demselben abgegeben, — also nur **56,2** pCt. —

Nehmen wir den früheren Erfahrungen entsprechend die Perspirationsgrösse des Hundes zu täglich 182,3 Gr. Wasser an, so erhalten wir als das im Körper des Versuchsthieres zurückgebliebene Wasserquantum 651,04 — (365,87 + 182,3) = **102,9** Wasser. Das ist fast ganz genau diejenige Menge von Wasser, welche dem aus der Stickstoffbilanz berechneten täglichen Fleischansatz angehört. Denn 160,6 Fleisch enthalten **121,3** Wasser (75,52 pCt.).

Resultat.

Es hatten demnach die Fütterungsreihen folgendes übersichtlich zusammengestellte Ergebniss:

Verfüttert.		Bilanz des Stickstoffs.				Gesammter Ansatz			Wasserbilanz.		
Substanz 50,0 =	Stickstoff.	Organisirt. Absolut	In pCt.	Zersetzt. Absolut.	In pCt.	Stickstoff.	Fleisch.	Körpergewicht	Eingenommen	Abgegeben. Absolut.	pCt.
Serumeiweiss	**8,35**	5,64	**67,6**	2.71	**32,4**	6,22	182,8	**183,0**	651,04	292,35	**44,9**
Pepton	**8,445**	6,73	**79,7**	1,715	**20,3**	7,33	209,4	**215,6**	„ „	248,22	**38,1**
Eiereiweiss .	**8,736**	4,85	**55,5**	3.886	**44,5**	5,46	114,2	**160,6**	„ „	365,87	**56,2**

Das Pepton in der Nahrung hat ebenso wie Fütterungen mit Serumeiweiss und Eieralbumin eine Zunahme des Körpergewichts bewirkt. Dort wie hier hat der Vergleich der In- und Egesta als Ursache dieses Ergebnisses die Retention eines Theiles der verfütterten stickstoffhaltigen Substanz erkennen lassen. Ueberall war die Grösse des im Körper von den ihm zugeführten Eiweissstoffen verbliebenen Stickstoffs derjenigen einer Menge von organisirter Körpersubstanz oder „Fleisch“ im Voit'schen[1]) Sinn gleich, welche, soweit man es erwarten durfte, genau jener Körpergewichtszunahme entsprach. Zugleich hat der Organismus einen Theil des ihm dargebotenen Wassers zurückbehalten, welcher wiederum zur Verwandlung des aufgenommenen Stickstoffs in eine ihm entsprechende Masse von Gewebe gerade nothwendig war. Mit dem Pepton

[1]) Vergl. Voit, Zeitschrift f. Biolog. Bd. II. 1866. S. 234.

ist, wie mit dem Serumeiweiss und dem Eieralbumin, auch anorganisches Salz dem Körper einverleibt worden. Eine durch Retention von Eiweissmaterie, Wasser und Salzen dauernd bewirkte Körpergewichtszunahme aber repräsentirt das organische Wachsthum.

Folglich hat sich das Pepton wie Serum- und Eiereiweiss als ein für die Bildung von Zellen und Geweben geeignetes Material erwiesen.

Durch diese Fähigkeit unterscheidet sich das Pepton in bedeutungsvoller Weise vom Leim. —

Zu einer vollkommenen Nahrung gehört, wie es seit Magendie's [1]) Zeiten bekannt ist, Eiweiss, Fett oder Kohlehydrate, Wasser und Salze. Der Leim kann schon den Erfahrungen Mulder's [2]), Boussingaul's [3]) und Donders' [4]) zu Folge das Eiweiss in dieser Verbindung nicht vertreten. Er ist nach Bischoff's und Voit's [5]) Untersuchungen nur im Stande, den Verbrauch des Organismus an Eiweiss herabzusetzen, aber nicht, ihn aufzuheben. Deshalb stellt sich der Leim, um mich einer Terminologie Voit's zu bedienen, nur als ein Nahrungsstoff dar, der im Gegensatz zu Pepton selbst in Verbindung mit stickstofffreien Substanzen, mit Wasser und anorganischen Salzen die Eigenschaft des Nährenden nicht erwirbt. Denn Voit nennt jeden Stoff einen Nahrungsstoff mit der Eigenschaft des Nahrhaften, welcher den Verlust eines zur Zusammensetzung des Körpers nothwendigen Bestandtheiles verhütet. Ein aus mehreren Nahrungsstoffen zusammengesetztes Gemenge bezeichnet er als ein Nahrungsmittel. Und erst die Summe von Nahrungsstoffen oder Nahrungsmitteln, welche in Verbindung mit den nothwendigen Genussmitteln den Körper auf seiner Zusammensetzung erhalten oder auf eine gewünschte Zusammen-

[1]) Ann. de Chim. 1816, p. 66, und Ann. des sciences naturelles. 1841.
[2]) Physiolog. Chem. Bd. II. S. 59.
[3]) Ann. de Chim. et de Phys. 1846. Sér. III. T. 18. p. 444.
[4]) Die Nahrungsstoffe. 1853. S. 72.
[5]) Zeitschrift f. Biolog. Bd. XII. 1876. S. 4.

setzung bringen, sieht er als eine Nahrung mit der Fähigkeit des Nährenden an. —

Nun steht das Pepton einerseits als Produkt der Eiweissverdauung, anderseits als Quelle der Zersetzungsprodukte des Albumins chemisch zwischen dem unveränderten Eiweiss und seinen Zerfallsmaterien gerade in der Mitte. Man sollte nun erwarten, dass es auch physiologisch als Nährstoff zwischen dem werthlosen Zerfallsmaterial des Albumins und dem nährenden Eiweiss die Mitte einnehmen werde. Allein das ist nicht der Fall. Das Pepton gleicht dem Eiweiss an Nährwerth, ja es hat sich gezeigt, dass es ihm in dieser Beziehung eher überlegen ist, als dass es nicht seinen Werth im Körper erreichte. — Daraus muss mit Nothwendigkeit gefolgert werden, dass das Pepton kein Neben-, sondern ein Hauptprodukt der Verdauung ist, für welches das Eiweiss im Organismus nur als Muttersubstanz dient. Denn wir können in dem eben erörterten Verhältniss zwischen Pepton und Eiweiss nur eine Aeusserung jenes bekannten chemischen Oekonomieprincips wieder erkennen, nach welchem eine bestimmte Menge eines rein dargestellten Produkts, wenn es verwerthet wird, grössere Wirkungen erzielt, als ein Quantum seiner Muttersubstanz, welches theoretisch die gleiche Menge jenes Produkts liefern würde. — Darin liegt auch die natürliche Lösung des Räthsels, dass die Zersetzlichkeit des Peptons, welche die des unveränderten Albumins übertrifft, thatsächlich nicht eine entsprechend grössere Zersetzung desselben im Säftekreislauf prädisponirt. Gerade deswegen muss auch das Pepton die Form sein, in welcher das Eiweiss im Organismus verwerthet wird.

Im Sinn der früheren Deductionen ist die Erfahrung gewiss von einigem Interesse, dass sich das Serumeiweiss in seinen nährenden Eigenschaften dem Pepton ähnlicher gezeigt hat, als das Albumin des Eies. — Das ist neben den bekannten beiden Unterschieden im Verhalten des Serum- und des Eiereiweisses zu Aether und im Organismus nach Injectionen derselben in's

Blut ein dritter. Und gerade dieser letzte Unterschied beweist, dass das Eiweiss, so lange es noch im Blut kreist, in gewissen näheren Beziehungen zu dem undifferenzirten, allgemeinen Bildungsstoff steht und dass es diese Beziehungen wahrscheinlich jenseits der Säfte in den lebenden Geweben aufgibt.

c. Pepton als Leim.

In allen vorstehenden Versuchen ist das Pepton nicht allein, sondern in Verbindung mit andern stickstoffhaltigen Stoffen verfüttert worden. Der Gang der Versuche war stets der, dass das Versuchsthier bei einer bestimmten stickstoffhaltigen Kost in den modificirten Hungergleichgewichtszustand versetzt wurde und dann, wenn es diesen erreicht hatte, sowohl die alte Kost als einen neuen Zusatz von Pepton zum Futter erhielt.

Es zeigte sich als Folge dieser Versuchsanordnung, dass die absolute durch Harn und Koth ausgeschiedene Stickstoffgrösse die im Pepton enthaltene übertraf.

Versuch.	Stickstoff im	
	täglich verfütterten Pepton.	Harn und Koth.
a. 1.	4,846	8,06
a. 3.	9,004	12,43
a. 6.	8,445	12,69
b. 2.	8,445	10,604

Dieser Umstand gestattet es, gegen die aus den Versuchen bisher gezogenen Schlüsse einen Einwand zu erheben. Es wäre nämlich möglich, dass in dem Stickstoff der Excrete der gesammte Stickstoff des verfütterten Peptons enthalten war. Derjenige Antheil desselben, welcher nach dem Ausfall der Stickstoffbilanz als organisirt betrachtet wurde, gehörte möglicherweise nicht ihm, sondern dem Körper- und Nahrungsfleisch an. Man könnte sich denken, dass dieser Antheil zerfiel, so lange sich kein Pepton in der Nahrung befand, dagegen nicht

mehr zerfiel, sondern sich im Körper des Thieres organisirte, als leicht zerfallendes Pepton in den Säften des Thierkörpers kreiste.

Eine Stütze erhält dieser Einwand dadurch, dass die Grösse des organisirten Stickstoffs in allen Versuchen durch den neben dem Pepton verfütterten Stickstoff gedeckt war.

Versuch.	Stickstoff des neben dem Pepton gereichten Futters.	Stickstoff des organisirten Antheils.
a. 1.	5,980	3,106
a. 3.	9,848	5,628
a. 6.	7,736	6,445
b. 2.	7,736	7,33

Allein der eben erhobene Einwand begegnet von vornherein schweren Bedenken.

Als Bischoff und Voit[1]) die Nährfähigkeit des Leimes untersuchten, fanden sie, dass derselbe durch seinen Zerfall nur eine Menge von Eiweiss vor Zersetzung schützte, welche den vierten Theil bis höchstens die Hälfte seines eigenen Stickstoffwerthes betrug. Um Eiweiss vollkommen zu ersetzen hätte deshalb Leim Thieren in von ihnen nicht zu überwältigenden Massen dargereicht werden müssen.

Vergleichen wir mit diesen Erfahrungen die Ergebnisse der Peptonfütterungen. Dieselben lehren die wichtige Thatsache, dass sich die Verhältnisse der Zersetzung und der Organisation von Stickstoff im Thierkörper bei Darreichung von Pepton nicht anders gestalteten, als bei Darreichung äquivalenter Eiweissmengen. Ja, das Pepton hat mehr als das Eiweiss die Organisation begünstigt.

Wir erkennen daraus, dass das Pepton, wenn es nur durch „Ersparung“ von Eiweiss hätte wirken sollen, Eiweissmengen

[1]) Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. Leipzig und Heidelberg 1860. S. 257. — Voit: Ztschrft. f. Biolog. Bd. VIII. 1872. S. 347.

hätte ersparen müssen, welche gleich oder grösser sein müssten, als derjenige Antheil, welcher organisirt werden würde, wenn Pepton überhaupt Eiweiss wäre. So kämen wir zu dem merkwürdigen Schluss, dass eine Substanz, welche ersparend wirkt, das Gleiche oder noch mehr leistete, als das, wofür sie eintritt. Ein solcher Effekt widerspricht allen Erfahrungen und dem Begriff der „Ersparniss".

Damit ist dem oben gemachten Einwand jede Basis entzogen. Doch lässt sich derselbe auf andere Weise direkt widerlegen.

Alles Eiweiss der Gewebe und der Säfte ist im Thierkörper mit anorganischen Salzen nach festem Verhältniss verbunden (v. Liebig). So lange das Eiweiss in den Säften kreist und in den Geweben lebt, bleibt seine Verbindung mit den Salzen unabänderlich bestehen. Wenn es dagegen dort oder hier zerfällt. werden seine Mineralbestandtheile frei und mit den stickstoffhaltigen Produkten seiner Zersetzung durch die Nieren aus dem Körper ausgeschieden. Der Harn muss daher ähnlich den Geweben des Körpers eine gewisse Beständigkeit in dem Verhältniss seines Salz- und Stickstoffgehaltes aufweisen, wenn Körpereiweiss oder Fleisch zerfällt. Und es muss unter diesen Bedingungen möglich sein, nicht nur aus dem Stickstoff, sondern auch aus dem Aschengehalt des Harnes die Grösse des Fleischverbrauches im Körper eines Thieres zu bestimmen.

Unter den anorganischen Bestandtheilen des Albumins ragt der Phosphor quantitativ hervor und erweist sich als steter Begleiter des Albumins im Körper der Pflanze, wie in dem des Thieres. Deshalb theilt Ritthausen [1]) gerade ihm unter allen Mineralstoffen des Albumins eine besondere Stellung im Eiweissmolekül zu.

Voit [2]) hat aus allen diesen Erfahrungen die Möglichkeit hergeleitet, die Grösse des Eiweissverbrauches im Körper eines

[1]) Die Eiweisskörper der Getreidearten. Bonn 1872.
[2]) Ztschrft. f. Biolog. Bd. II. 1866. S. 54.

Thieres durch die Menge des von diesem ausgeschiedenen Phosphors zu messen. Und E. Bischoff[1]) hat in der That durch den Versuch bewiesen, dass Phosphor und Stickstoff im Harn und Koth in festem Verhältniss zu einander stehen und allen Schwankungen des Eiweissumsatzes in gleichem Sinn und in gleicher Weise folgen.

Diese Thatsachen geben uns ein neues Mittel an die Hand, die Frage mit Sicherheit zu entscheiden, ob Pepton im Thierkörper direkt ernährend, oder nur ersparend gewirkt habe.

Im Zustand des Hungergleichgewichts zersetzt ein Thier in seinem Körper nur „Fleisch". Es scheidet daher jetzt eine Menge von Phosphorsäure aus, aus der sich genau die Menge des von ihm verbrauchten Fleisches berechnen lässt. Da während dieses Zustandes im Körper des Thieres nur äusserst wenig Koth entsteht, und da sich nach den Erfahrungen Forster's[2]) der Koth an den durch Veränderungen des Umsatzes erzeugten Schwankungen der Phosphorsäureausscheidung überhaupt nicht betheiligt, so gibt der Phosphorgehalt des Harnes das Maass für den Fleischumsatz im Körper des Thieres an.

Wenn nun das Thier zur Zeit, wo sein Fleischumsatz constant geworden ist, phosphorsäurehaltiges Pepton erhält, so muss der Effekt dieser Fütterung auf die Ausscheidung der Phosphorsäure im Harn sehr verschieden ausfallen, je nach der Rolle, welche das Pepton im Körper des Thieres gespielt hat.

Wird das Pepton wie Eiweiss angesetzt und nur zum Theil zersetzt, so wird die Phosphorsäure des während des Gleichgewichts ausgeschiedenen Harnes nach der Peptonfütterung um eine Menge vermehrt erscheinen, welche in dem zerfallenden Peptonantheil enthalten ist. — Unter den Verhältnissen, unter welchen alle vorstehenden Versuche ausgeführt worden sind, war nun aber dieser Antheil wegen des mit dem

---

[1]) Ztschrft. f. Biolog. Bd. III. 1867. S. 309.
[2]) Ebendas. Bd. IX. 1873 S. 360.

Pepton gleichzeitig verfütterten Fettes sehr klein. Folglich musste unter diesen Verhältnissen, entsprechend dem grossen Gehalt des Peptons an Stickstoff (16,8 pCt.) und seinem absolut sehr geringen Gehalt an Phosphorsäure (1,3 pCt.), die eigenthümliche Erscheinung einer unveränderten oder doch kaum merklich vermehrten Ausscheidung von Phosphorsäure neben einer deutlichen Steigerung der Stickstoffausscheidung im Harn eintreten.

Spielt dagegen das Pepton die Rolle des Leimes, so muss es ganz zerfallen. Dann ist es nöthig, dass nach der Fütterung mit Pepton die Phosphorsäure des Gleichgewichts um die ganze Menge der in dem verfütterten Pepton enthaltenen Phosphorsäure vermehrt wird. Und ist durch diesen Zerfall des Peptons ein Theil des früher verbrauchten Fleisches dem Untergang entzogen worden, so wird jene gesammte Summe der ausgeschiedenen Phosphorsäure um diejenige Grösse vermindert erscheinen, welche in dem vor dem Untergange geschützten Fleischantheil enthalten war. Wir wollen mit a den Phosphorsäuregehalt des Harnes während des Gleichgewichts bezeichnen, mit c den Phosphorsäuregehalt desselben nach der Peptonfütterung und mit b die Phosphorsäure des verfütterten Peptons. Dann ist $a + b - c$ die Phosphorsäure des durch das Pepton ersparten Fleisches.

Nach allen Erfahrungen über die Ersparung von Eiweiss durch Kohlenhydrate, Fett und Leim wissen wir nun aber, dass dieselbe sehr klein ist. Der Werth c wird also in dem Fall, dass das Pepton Fleisch ersparen sollte, nur um ein Geringfügiges kleiner sein können, als die Summe $a + b$, zumal der absolute Gehalt des Fleisches an Phosphorsäure sehr unbedeutend ist[1]).

Daraus ist leicht ersichtlich, dass sich eine „ersparende" Wirkung des Peptons durch eine Steigerung, sowohl des Stickstoffs wie der Phosphorsäure im Harn zu erkennen geben muss. —

Zur Entscheidung der vorliegenden Frage wurde daher

[1]) Vergl. S. 121.

das Verhalten der Phosphorsäure im Harn vor und nach der Peptonfütterung bei einem Thier untersucht, das des Ansatzes stickstoffhaltiger Gewebssubstanz fähig war und das in diesem Zustand eine constante Menge von Fleisch umsetzte.

Diese Bedingungen waren in dem Hungergleichgewicht der Versuchsreihen erfüllt. Daher wurden diese Reihen gleichzeitig zu den vergleichenden Phosphorsäurebestimmungen verwerthet.

Die Phosphorsäure wurde nach der bekannten Methode mit Uranacetat im Harn titrirt.

Das Ergebniss war Folgendes:

1. Ausscheidung des Stickstoffs und der Phosphorsäure während des Hungergleichgewichts.

Einnahme.
(Unausreichende Nahrung.)

Wasser 500,0
Fleisch . . . . . 200,0 = 7,736 N

Im Ganzen 7,736 N.

Ausgabe.
Harn.

Versuch.	Tag des Versuches.	Menge.	Spez. Gewicht.	Stickstoff.	Phosphorsäure.
1.	29. IV.	405	1,023	8,39	1,357
2.	30. „	560	1,017	8,62	1,400
3.	1. V.	425	1.021	7,85	1,369
4.	2. „	520	1,021	8,30	1,456
5.	9. „	550	1,017	8,47	1,017
6.	9. VI.	416	1,02	8,62	1,518
7.	10. „	425	1,023	8,69	1,594
8.	16. „	259	1,039	8,92	0,984
9.	17. „	403	1,022	8,46	0,745
10.	8.VII.	498	1,020	8,78	1,069
11.	14. „	368	1,026	8,75	0,718
12.	15. „	525	1,017	8,38	1,050
12.		446	1,022	**8,52**	**1,185**

Mittel.

Der Hund schied demnach während des modificirten Hungergleichgewichts im Laufe eines Tages 8,52 N und 1,185 P_2O_5 aus. 8,52 N entsprechen 250,0 Gr. frischem Fleisch, wenn dasselbe nach Voit zu 3,4 pCt. N berechnet wird. Auch 1,185 P_2O_5 müssen daher 250,0 frischem Fleisch gleich sein, oder 100,0 Gr. des im Körper zersetzten Fleisches **0,472** P_2O_5 enthalten. E. Bischoff's [1]) direkte Aschenanalyse des frischen Fleisches hatte **0,445** P_2O_5 in 100,0 Gr. desselben ergeben.

Die grosse Uebereinstimmung beider Resultate lässt die Schärfe erkennen, mit welcher die ausgeschiedene Phosphorsäure den wirklichen Umsatz an Fleisch im Körper zu beurtheilen gestattet und liefert den Beweis, dass während des Gleichgewichts des Thieres thatsächlich nur „Fleisch" sich in dessen Körper zersetzt hat. Für einen solchen Umsatz waren auch die Bedingungen in so fern günstig, als der Hund neben Wasser nur reines Fleisch in der Nahrung erhielt. Dasselbe war allerdings zu gering, um ihm auf seinem Bestand zu erhalten. — Der Hund musste daher zum Theil noch auf Kosten seines eigenen Körpers leben. Da er aber durch den vorausgehenden Hunger das Fett am Körper verloren hatte, so lebte er speciell auf Kosten seiner Muskeln, von denen wir aus bekannten Inanitionsversuchen [2]) wissen, dass sie unter den Geweben, zumal nach Verbrauch des Fettes, den weitaus grössten Antheil an der Gesammtzersetzung des hungernden Körpers nehmen. —

Als das Thier, während es sich bei dem bezeichneten Futter im Stickstoff- und Phosphorsäure-Gleichgewicht befand, einen Zusatz von Pepton zum Futter erhielt, der 50,0 aschefreier und trockener Substanz entsprach, gestaltete sich die Ausscheidung des Stickstoffs und der Phosphorsäure folgendermaassen:

---

[1]) Ztschrft. f. Biolog. Bd. III. 1867. S. 309.
[2]) Ebenda. Bd. II. 1866. S. 356.

2. Stickstoff- und Phosphorsäureumsatz bei Fütterung mit Pepton.

I. Einnahme.
(Während des Gleichgewichts.)

Wasser	500,0	
Fleisch	200,0	= 7,736 N
Pepton	50,0	= 8,445 „
Kochsalz	3,982	
Fett	200,0	
	Zusammen	16,181 N.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn			
		Menge,	Spez. Gewicht.	Stickstoff.	Phosphorsäure.
1.	11. VI.	195	1,053	9,28	1,209
2.	12. „	278	1‘053	12,84	1,487
3.	13. „	219	1,052	9,63	0,942
4.	14. „	238	1,048	9,66	0,809
5.	15. „	235	1,046	9,08	0,775
5.		233	1,050	**10,10**	**1,044**

Mittel.

Durch den Zusatz von Fett und Pepton zum Futter des Gleichgewichts ist der Stickstoff des Harnes von **8,52** auf **10,10** vermehrt worden. In der Ausscheidung der Phosphorsäure ist dagegen eine Vermehrung nicht eingetreten. Dieselbe hat vielmehr einen Abfall von **1,185** auf **1,044** erfahren. —

Dieses Ergebniss der Phosphorsäureausscheidung wurde noch durch eine zweite Peptonreihe controlirt, die während desselben Gleichgewichts und unter denselben Bedingungen, wie die vorige, angestellt worden ist.

II. Einnahme.
Dieselbe wie in der vorigen Reihe.

Ausgabe.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn.		
		Menge.	Spez. Gewicht.	Phosphorsäure.
6.	22. VII.	515	1,026	1,313
7.	23. „	325	1,029	0,682
8.	24. „	220	1,052	0,910
9.	25. „	253	1,051	1,546
10.	26. „	368	1,047	0,768
5.		336	1,050	**1,044**

Mittel.

Die zweite Reihe hat das Resultat der ersten bestätigt. Auch hier hat die Peptonfütterung kein Steigen der Phosphorsäureausscheidung bewirkt. Die Phosphorsäure im Harn ist vielmehr nach der Fett- und Peptonfütterung wiederum von **1,185** auf **1,044** gesunken.

Resultat.

Beide Fütterungsreihen stellen übereinstimmend fest, dass der erste der beiden möglichen Fälle eingetreten ist, derjenige, welcher die Organisation des Peptons beweist.

Eine Vermehrung der Phosphorsäureausscheidung, welche durch den Zerfall des gesammten Peptons bewirkt worden wäre, würde weit ausserhalb der Fehlergrenzen der angewandten Titrirmethode gefallen sein, da das täglich gefütterte Pepton 0,6 P_2O_5 enthielt.

Wenn wir dagegen erwägen, dass das verfütterte Pepton unter den gegebenen Bedingungen und unter der Voraussetzung, dass es nicht ersparend gewirkt habe, nach dem Ergebniss der Stickstoffbilanz zu ungefähr 80 pCt. sich im Körper des Versuchsthieres organisirt und nur zu etwa 20 pCt. zersetzt haben muss,[1]) so werden wir die für diesen Fall theoretisch geforderte Steigerung der mit dem Harn ausgeschiedenen Phosphorsäure um 0,12 als nicht mehr ausserhalb der Fehlergrenze liegend nicht mehr erwarten.

[1]) Vergl. S. 112.

In der That ist auch jede Vermehrung der Phosphorsäure im Harn nach der Peptonfütterung ausgeblieben.

Allein es hat sich die Phosphorsäureausscheidung im Harn nach der Fütterung mit Pepton nicht nur nicht vermehrt, sondern sogar gegen die Ausscheidungsgrösse der Phosphorsäure im Gleichgewicht deutlich verringert. Und es fragt sich, was die Ursache dieser unerwarteten Erscheinung sei.

Das mit dem Pepton gleichzeitig verfütterte Fett trägt an ihrem Auftreten allein die Schuld.

Durch das Fett ist an den Tagen der Peptonfütterung der Umsatz des Gleichgewichts von 8,52 N um etwa 7 pCt. herabgesetzt worden. Es konnten also an diesen Tagen nicht mehr 8,52 N, sondern nur noch 7,924 N umgesetzt werden. Diese Beschränkung kam einer täglichen Ersparung von 0,596 N oder 17,2 Gr. Fleisch gleich. — Da 100,0 Gr. Fleisch am Körper 0,472 P_2O_5 enthalten, so entspricht die Ersparung von 17,2 Fleisch am Körper einer Verminderung der Phosphorsäureausscheidung um 0,081 Gr. In Folge der Wirkung des mit dem Pepton verfütterten Fettes musste daher die tägliche Ausscheidung der Phosphorsäure von 1,185 auf **1,104** sinken. Sie ist aber thatsächlich auf **1,044** gesunken. Es bleibt daher noch ein Rest von 0,060 P_2O_5, um welchen der Abfall derselben während des Peptongenusses grösser war, als er sich aus der fleischersparenden Wirkung des Fettes erklärt.

Wir werden ein Recht haben, diesen Rest nicht weiter zu beachten.

Wollte man ihn durch eine Ersparung von Fleisch erklären, so müsste man, wie die vorausgehenden Erörterungen lehren, so argumentiren, dass durch das verfütterte Pepton eine Menge von Fleisch erspart worden sei, welche dem Pepton in Bezug auf Phosphorsäure nicht nur äquivalent, sondern sogar überlegen sei. Denn das ersparte Fleisch hätte nicht nur die Phosphorsäure des Peptons decken, sondern sogar noch ein kleines Deficit an Phosphorsäure bewirken müssen.

Das verfütterte Pepton enthielt 0,6 Gr. P_2O_5. Es hätte demnach durch dasselbe eine Fleischmenge erspart sein müssen,

welche 0,66 P_2O_5 äquivalent wäre. Das sind 140,0 Gr. Fleisch mit 6,0 N.

Auch hier würde man daher zu dem unhaltbaren Schluss gelangen, dass Pepton nahezu sein eigenes Stickstoffäquivalent an Fleisch im Körper des Thieres erspart habe.

Unmittelbarer und einfacher als alle diese Deductionen muss endlich der Umstand die Annahme einer ersparenden Wirkung des Peptons widerlegen, dass Eiweiss in der Nahrung in absolut derselben Weise wie Pepton die Ausscheidung der Phosphorsäure beeinflusst.

3. Stickstoff- und Phosphorsäureausscheidung während der Fütterung mit Eiweiss.

Der Hund hatte bei folgender

Einnahme

Wasser . . . . . 200,0 und
Fleisch . . . . . 200,0 = 7,736 N

das Gleichgewicht erreicht, während dessen er 1,185 P_2O_5 täglich umsetzte. Jetzt wurde zum Futter **Eiweiss** hinzugesetzt, und es gestaltete sich die Einnahme und Ausgabe in folgender Weise:

I. Einnahme.

Wasser 500,0
Fleisch . . . . . 200,0 = 7,736 N
Serumalbumin . . 50,0 = 8,35 N mit
Kochsalz . . . . . 3,289 und
Phosphorsäure . . . 0,122
Fett 200,0

Ausgabe

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn.			
		Menge.	Spez. Gewicht.	Stickstoff.	Phosphorsäure.
1.	3. V.	260	1,053	12,23	1,378
2.	4. „	193,5	1,047	7,15	0,609
3.	5. „	300	1,049	11,92	1,110
4.	6. „	250	1,048	9.45	0,762
5.	7. „	310	1,049	11,98	1,209
5.		262,7	1,049	**10,55**	**1,014**

Mittel.

Hier ist die Phosphorsäureausscheidung ebenfalls in Folge der Fett- und Serumalbuminfütterung von **1,185** auf **1,014** gesunken, während der Stickstoff im Harn sich vermehrt hat.

Das verfütterte Serumeiweiss enthält selbst 0,122 P_2O_5. — Da es in der vorstehenden Reihe, wie die frühere Berechnung des Umsatzes in derselben ergeben hatte, zu 32,4 pCt. zersetzt worden ist; so müssen mit dem zersetzten Antheil des Serumalbumins 0,039 P_2O_5 in den Harn gelangt sein. Der von dem Serumeiweiss unabhängige Umsatz von Phosphorsäure während der Tage der Fett- und Eiweissfütterung darf daher nur gleich 1,014 — 0,039 = 0,975 oder **207,0** Fleisch gesetzt werden.

Während des der Serumalbuminreihe vorausgehende Gleichgewichts enthielt der Harn täglich 8,29 N. Durch den Genuss des mit dem Serumalbumin verfütterten Fettes musste derselbe auf 7,71 N sinken, was einem Umsatz von **227,0** Fleisch entspricht. — Wir erhalten also auch hier, wie in der Peptonreihe, ein grösseres Sinken der Phosphorsäure nach Fett- und Eiweissgenuss, als es die fleischersparende Wirkung des Fettes allein bewirken konnte. Da nun von einer eben solchen ersparenden Wirkung des Serumalbumins nicht die Rede sein kann, so muss die vorhandene Differenz nur durch die natürlichen Fehler des Versuches erklärt werden. Es konnte also in der vorigen Reihe das Pepton ebenso wenig Fleisch vor Zersetzung geschützt haben, wie hier das Serumeiweiss.

Endlich fand bei einer

II. Einnahme

von

Wasser	500,0	
Fleisch	200,0	
Eieralbumin	50,0	mit
Kochsalz	0,744	
Phosphorsäure .	0,095.	
Dazu Kochsalz	3,238	und
Fett	200,0	

folgende Ausgabe statt.

Versuch.	Tag des Versuches.	Harn.			
		Menge.	Spez. Gewicht.	Stickstoff.	Phosphorsäure.
1.	9. VII.	300	1,040	9,32	1,192
2.	10. „	350	1,043	12,35	1,104
3.	11. „	283	1,044	9,75	1,225
4.	12. „	468	1,046	17,43	0,914
5.	13. „	313	1,047	11,48	1,115
5.		342,8	1,044	**12,07**	**1,110**
			Mittel.		

Nach der früheren Berechnung ist der durch das Fett herabgesetzte Fleischumsatz dieser Reihe gleich 8,11 N oder 238,5 Fleisch zu setzen.

Aus der Phosphorsäuremenge von 1,110 des Harnes, die gegen diejenige des Gleichgewichts ebenso, wie in den beiden vorigen Reihen, deutlich herabgesetzt ist, berechnet sich ein Umsatz von **235,2** Fleisch. Da aber mit dem verfütterten Eieralbumin, das 0,095 P_2O_5 enthielt und sich im Organismus zu 44,5 pCt. zersetzt hatte, noch 0,042 P_2O_5 in den Harn gelangt waren; so bleibt neben der vom Eieralbuminstoffwechsel bewirkten Vermehrung des Phosphorsäureumsatzes nur eine Grösse von 1,068 P_2O_5 zurück, welche **226,3** Fleisch angehört. Wir sehen also auch hier eine durch Eieralbumin und Fett bewirkte Ersparung von Fleisch, welche grösser ist, als sie dem Fett allein entspricht und deshalb ebenfalls eine durch das Eieralbumin bewirkte Ersparung vertauschen könnte.

D. Schluss.

Auch die letzten Einwände sind nun beseitigt, die gegen den nährenden Werth des Peptons hätten sprechen können. Es bleibt ihm ganz die Bedeutung, welche die früheren Versuche näher zu würdigen gelehrt haben und welche wohl geeignet ist, ihm eine beachtenswerthe Stellung auch in der therapeutischen Pathologie zu sichern[1]).

[1]) Vergl. Leube: Deutsches Archiv f. klin. Medic. Bd. 7. 1872. S. 1.

Wie der Peptonprocess kein Process des Zerfalles ist, so ist sein Produkt kein werthloses Produkt thierischer Funktion.

Es charakterisirt sich vielmehr die Pepsinwirkung als das, wofür sich die Magenverdauung schon unmittelbar durch ihre Stellung in der Kette der organischen Leistungen darstellt, als der physiologische Vermittler des Assimilationsprocesses für Eiweiss. Und sie erfüllt diese ihre Bestimmung, indem sie einerseits durch chemische Lösung und Salzextraction aus dem geformten Eiweiss der Nahrung ein für die Lösung und Verarbeitung in der Wärme geeignetes Material bereitet und indem sie anderseits durch fermentative Schmelzung und Destruction des Molekulargefüges jenes Stoffes diesen in ein allgemeines Nährsubstrat aller Gewebsformationen verwandelt.

Man hat darzuthun versucht, dass der Organismus des Thieres der Peptone entbehren könne, weil auch nicht peptonisirtes Eiweiss vom Darm aus in die Körpersäfte gelange. — Der Fall von Busch[1]) hat das gelehrt, sowie die Untersuchungen von Voit und Bauer[2]), von Czerny und Latschenberger[3]).

Aber die zuletzt genannten Forscher haben es erfahren, wie gering die Mengen nicht peptonisirten Eiweisses sind, welche die Darmwand passiren, und wie wenig sie ausreichen, den Bedürfnissen einer normalen Ernährung auf die Dauer zu genügen.

Wenn wir uns nun daran erinnern, dass Pepton Eiweiss ist, und zwar dasjenige Eiweiss, welches speciell für die Resorption vorbereitet worden ist; so werden wir es ganz natürlich finden, dass zwischen ihm und dem unveränderten, aber gelösten Albumin in Beziehung auf die Resorption graduelle Unterschiede bestehen. — Und Nichts wird mehr geeignet sein, als gerade dieser Unterschied, darzuthun, dass der Hauptstrom der nährenden Flüssigkeit, welcher vom Darm in die Säfte tritt, der des Peptons ist, und dass dem sich schnell in den Säften verändernden Pepton jene Bedeutung im Organismus zukommt, welche wir seit Voit kennen als die des circulirenden Albumins.

[1]) Siehe S. 26 ds. Arbt. [2]) Am angef. Ort.
[3]) Arch. f. pathol. Anat. u. s. w. Bd. LIX. 1874. S. 161.

Druck von R. Boll, Berlin, Mittel-Strasse 29.